

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA**

VERÔNICA KLEPKA

**MUDANÇAS HISTÓRICAS E EPISTEMOLÓGICAS NA
TAXONOMIA E SUAS REPERCUSSÕES ATUAIS NO ENSINO DE
CIÊNCIAS E BIOLOGIA**

**MARINGÁ – PR
2017**

VERÔNICA KLEPKA

**MUDANÇAS HISTÓRICAS E EPISTEMOLÓGICAS NA
TAXONOMIA E SUAS REPERCUSSÕES ATUAIS NO ENSINO DE
CIÊNCIAS E BIOLOGIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Educação para a Ciência e a Matemática. Área de concentração: L₂ História, Epistemologia e Ética da ciência.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Maria Júlia Corazza.

**MARINGÁ – PR
2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

K64m Klepka, Verônica
Mudanças históricas e epistemológicas na taxonomia e suas repercussões atuais no ensino de ciências e biologia / Verônica Klepka. -- Maringá, 2017.
328 f. : il. color., figs., quadros

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Júlia Corazza.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, 2017.

1. Ciências - Ensino. 2. Biologia - Ensino. 3. Classificação dos Seres Vivos. 4. Evolução. 5. Sistemática Filogenética - Metodologia. 6. Formação de Professores - Ciências naturais. 7. Ciência - História I. Corazza, Maria Júlia, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. III. Título.

CDD 21.ed. 507

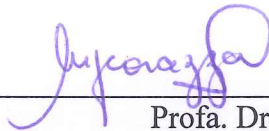
Mariza Nogami
CRB 9/1569

VERÔNICA KLEPKA

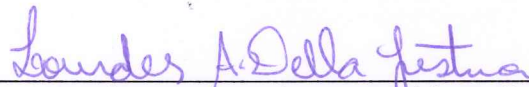
Mudanças históricas e epistemológicas na Taxonomia e suas repercussões atuais no Ensino de Ciências e Biologia

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em *Ensino de Ciências e Matemática*.

BANCA EXAMINADORA



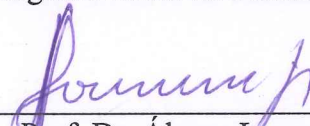
Prof.ª. Dra. Maria Júlia Corazza
Universidade Estadual de Maringá – UEM



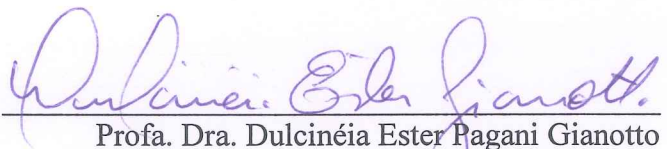
Prof.ª. Dra. Lourdes Aparecida Della Justina
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE



Prof.ª. Dra. Fernanda Peres Ramos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR



Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior
Universidade Estadual de Londrina – UEL



Prof.ª. Dra. Dulcinéia Ester Pagani Gianotto
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Maringá, 01 de Dezembro de 2017.

*Para Fagner de Souza,
taxonomista e sistemata companheiro.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora professora Maria Júlia Corazza pelos seis anos de aprendizado que sua companhia tem me proporcionado. À sua paciência, cuidado maternal e a amizade.

Agradeço a meu esposo Fagner de Souza pelo apoio, incentivo, paciência e árduos debates sobre as águas ainda não navegadas da taxonomia em nossa formação.

À Sandra Grzegorzcyk, secretária do Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM) e colega, pela compreensão, atenção, prestatividade e carinho de sempre.

A todos os colegas e pesquisadores da Coleção Ictiológica do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (NUPELIA) - UEM por colaborarem com esta pesquisa.

Agradeço a bibliotecária Maria Salete Ribelatto Arita, e aos amigos sistematistas Renata R. Ota e Gabriel Deprá pelo compartilhamento da literatura da área.

Agradeço a Rafaela P. Ota do Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas (INPA) - Manaus e a Emanuel Neuhaus do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ) pelo auxílio no encaminhamento dos questionários da pesquisa aos professores/pesquisadores.

À Superintendência Estadual de Ensino (SEE) de Uberaba- Minas Gerais pelo apoio e divulgação do Curso de Formação Continuada aos professores da Educação Básica.

Aos professores da Educação Básica do município de Uberaba- Minas Gerais que aceitaram participar desta pesquisa.

À Ana Paula Giacomassi Luciano pela amizade e auxílio nas questões metodológicas.

Agradeço os professores Álvaro Lorencini Júnior, Dulcinéia Ester Pagani Gianotto, Marcos Rodrigues da Silva, Lourdes Aparecida Della Justina e Fernanda Peres Ramos pelas inúmeras contribuições a este trabalho.

E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa durante o início do Doutorado.

KLEPKA, Verônica. Mudanças históricas e epistemológicas na Taxonomia e suas repercussões atuais no Ensino de Ciências e Biologia. 2017, 328f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

RESUMO

O Ensino de Ciências e de Biologia tem como um de seus objetivos ampliar o entendimento que os sujeitos têm da organização biológica existente em seu próprio corpo assim como no ambiente do qual fazem parte. Neste sentido, o conteúdo de classificação dos seres vivos é a base sobre a qual todas as outras disciplinas da Biologia trabalham. Apesar disso, as classificações são subestimadas e pouco estudadas. Historicamente, muitas mudanças têm ocorrido no modo de se proceder a classificação biológica. Desde os antigos gregos, formas diferentes de se classificar a vida foram desenvolvidas. A evolução ocasionou uma das mudanças mais significativas observadas no processo classificatório e nas Ciências Biológicas como um todo. Recentemente, a Sistemática Filogenética foi proposta como metodologia da classificação, sendo considerada por alguns autores como uma das revoluções na Biologia. Contudo, essa suposta revolução não rompeu com o paradigma metodológico anterior, a classificação lineana. Nesse sentido, esta pesquisa teve o intuito de investigar como as mudanças epistemológicas contidas na História da Classificação Biológica afetam a prática pedagógica de professores de Ciências e de Biologia. A partir disso, objetivou-se analisar, na prática pedagógica de professores de Ciências e de Biologia, o reflexo das mudanças epistemológicas existentes no contexto histórico e metodológico da classificação biológica. A pesquisa de cunho qualitativo foi realizada em duas etapas: i) por meio de questionário estruturado composto por oito questões que versavam sobre o ensino da classificação e a História e Natureza da Ciência Classificatória aplicado a professores/pesquisadores do Ensino Superior; e ii) mediante um Curso de Formação Continuada oferecido a professores da Educação Básica do Município de Uberaba-MG, que contou com três momentos de coleta de dados: uma sessão de grupo focal; interações e percepções advindas das atividades do curso; e uma proposta de aula, todas tendo como eixo central a classificação biológica. O curso foi gravado em áudio e os discursos, juntamente com as respostas dos professores do ensino superior ao questionário, foram transcritos e submetidos à metodologia de Análise Categórica. Como resultados, observamos que as mudanças históricas e epistemológicas ocorridas na classificação biológica são reconhecidas por professores e pesquisadores do Ensino Superior que consideram não ter ocorrido revoluções ou rupturas como apontado em parte da literatura da área. Contudo, não há um consenso sobre como a classificação deva ser ensinada. A formação continuada propiciada, embora tenha promovido a apropriação de aspectos teórico-metodológicos da Sistemática Filogenética, não garantiu o emprego desse conhecimento em situações reais de ensino. Este fato demonstra que o conhecimento historicamente construído acerca da classificação biológica necessita fazer parte da formação de professores, por meio de um processo que possibilite o diálogo com as diferentes áreas do conhecimento, tendo a evolução como eixo interpretativo.

Palavras-Chave: Classificação dos Seres Vivos; Evolução; Sistemática Filogenética; Formação de Professores.

KLEPKA, Verônica. Historical and epistemological changes in Taxonomy and its current repercussions in the Sciences and Biology Teaching. 2017, 328f. Thesis (Doctorate in Education for Science and Mathematics) - State University of Maringá, Maringá, 2017.

ABSTRACT

The Sciences and Biology Teaching has as one of its objectives to broaden the understanding that subjects has of the biological organization existing in their own body as well as in the environment of which they are part. In this sense, the classification content of living beings is the basis upon which all other disciplines of biology work. Despite this, the classifications are underestimated and little studied. Historically, many changes have occurred in the way of biological classification. Since the ancient Greeks, different ways of classifying life were developed. The evolution caused one of the most significant changes observed in the classification process and in the Biological Sciences as a whole. Recently, the Systematic Phylogenetic was proposed as a classification methodology being considered by some authors as one of the revolutions in Biology. However, this supposed revolution did not break with previous methodological paradigm, the Linnaean classification. In this sense, this research aimed to investigate how the epistemological changes contained in the History of Biological Classification affect the pedagogical practice of Science and Biology teachers. From this, the objective was to analyze in the pedagogical practice of science and biology teachers the reflection of the epistemological changes existing in the historical and methodological context of the biological classification. The qualitative research was carried out in two steps: i) through structured questionnaire composed of eight questions that dealt with the teaching of classification and the History and Nature of Classificatory Science applied to teachers / researchers of Higher Education; and ii) through a Continuing Education Course offered to teachers of Basic Education in the city of Uberaba-MG, which had three moments of data collection: a focus group session; interactions and perceptions arising from the activities of the course; and a class proposal, all of them having as their central axis the biological classification. The course was recorded in audio and the speeches, together with the answers of the higher education teachers to the questionnaire, were transcribed and submitted to the Categorical Analysis methodology. As results, we observe that the historical and epistemological changes occurred in the biological classification are recognized by professors and researchers of Higher Education who consider that there have been no revolutions or ruptures, as part of the literature of the area. However, there is no consensus on how classification should be taught. The continued formation provided although it has promoted the appropriation of theoretical and methodological aspects of Phylogenetic Systematics did not guarantee the use of this knowledge in real teaching situations. This fact demonstrates that historically constructed knowledge about biological classification needs to be part of teacher formation, through a process that enables dialogue with different areas of knowledge, with evolution as an interpretative axis.

Keywords: Classification of Living Beings; Evolution; Systematic Phylogenetic; Teachers Formation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Comparação entre as representações das escolas Gradista (à esquerda) e Cladística (à direita).....	119
Figura 2- Diferença percentual entre o indivíduo A e seus descendentes B, C e D.....	120
Figura 3- Exemplo de um fenograma gerado por método Numérico demonstrando a relação de similaridade (%) entre os indivíduos analisados.....	125
Figura 4- Exemplo de possíveis representações filogenéticas a partir de uma matriz e escolha da hipótese mais plausível (em destaque).....	126
Figura 5- Cladograma exemplificando a herança de caracteres de antepassados (I_1) e caracteres recentes compartilhados apenas por descendentes (I_2) em três famílias de dípteros.....	128
Figura 6- Relações genealógicas entre A-B e A-C e ontogenéticas entre B-C.....	132
Figura 7- Clado ilustrativo de parentesco filogenético entre A, B e C.....	133
Figura 8- Representação de um cladograma indicando o conceito de monofiletismo.....	134
Figura 9- Cladograma indicando estados apomórficos (a') de um ancestral de carácter a.....	135
Figura 10- Hipótese filogenética de grupos procariontes e eucariontes.....	136
Figura 11- Hipótese filogenética do grupo de amniotos.....	137
Figura 12- Hipótese filogenética do grupo das aves.....	137
Figura 13- Tipos de homoplasia.....	138
Figura 14- Exemplo de homoplasia do tipo convergência.....	138
Figura 15- Representação de um cladograma indicando sua interpretação.....	139
Figura 16- Exemplo de aplicação dos conceitos de Monofiletismo, Parafiletismo e Polifiletismo para interpretação dos agrupamentos animais.....	141
Figura 17- Etapas da constituição de dados.....	180
Figura 18- Etapas da constituição de dados.....	185
Figura 19- Etapas da constituição de dados.....	185
Figura 20- Árvore Filogenética de um ser vivo hipotético.....	251
Figura 21- Árvore Filogenética de Taís: Raciocínio e Construção.....	257
Figura 22- Árvore Filogenética de Paula: Raciocínio e Construção.....	258
Figura 23- Árvore Filogenética de Cleo.....	264
Figura 24- Árvore Filogenética das Plantas na aula de Paula.....	271

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Semelhanças e diferenças entre as Escolas Taxonômicas na Biologia.....	161
Quadro 2- Abordagens classificatórias na Biologia.....	162
Quadro 3- Perfil dos pesquisados.	176
Quadro 4- Legenda para identificação dos sujeitos da pesquisa.....	178
Quadro 5- Perfil dos participantes do Curso de Formação Continuada.....	179
Quadro 6- Cronograma das atividades realizadas.....	182
Quadro 7- Comando da atividade final do Curso de Formação Continuada	186
Quadro 8- Normatização Brasileira para transcrição de falas.....	186
Quadro 9- Categorias emergentes das respostas dos pesquisados ao questionário aplicado.	187
Quadro 10- Categorias emergentes dos três momentos propiciados pelo Curso de Formação Continuada.	189
Quadro 11- Concepções contrastantes acerca da História da Biologia e Natureza da Ciência.....	248

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO I	16
A NATUREZA DA CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA NA GRÉCIA ANTIGA	16
1.1 O contexto intelectual Grego.....	16
1.2 A busca pelo princípio da matéria contido na natureza.....	19
1.3 Da contemplação da natureza para a atenção ao homem.	20
1.4 A classificação como método paralelo à vivissecção da natureza.....	25
1.5 A classificação aristotélica não é um método para a Biologia.	29
CAPÍTULO II	36
O ESSENCIALISMO DE LINEU E A REPERCUSSÃO DESSA CONTROVÉRSIA NA BIOLOGIA	36
2.1 Carl von Linné: contexto de vida.	36
2.2 O método em Lineu.	40
2.3 Os níveis da classificação biológica em Lineu.....	49
2.4 A controvérsia.	55
2.4.1 Interpretações equivocadas.	56
2.4.1.1 A palavra essência, essencialismo.	62
2.5 Repercussões nas Ciências Biológicas.	65
CAPÍTULO III	67
CRISE NA TAXONOMIA E REFORMA METODOLÓGICA NA CLASSIFICAÇÃO: A BIOLOGIA DO SÉCULO XX	67
3.1 As inquietantes ideias.....	67
3.2 As primeiras Teorias preditivas na Biologia.	70
3.3 A taxonomia de Darwin.	72
3.4 O nascimento da ideia de filogenia.	75
3.5 A implicação da Teoria da Evolução na classificação dos seres vivos.	79
3.6 O contexto da ciência Taxonomia na virada do século XIX para o XX.....	83
3.6.1 O contexto taxonômico na botânica.	84
3.6.2 O contexto taxonômico na zoologia.....	85
3.7 O século XX: as novas áreas na Biologia.....	88
3.8 Nas entrelinhas da Biologia: regras para seu enquadramento como Ciência.....	98
3.9 O advento da sistemática.	102
3.10 A concretização da reforma metodológica na Taxonomia.	110
CAPÍTULO IV	115
ESCOLAS TAXONÔMICAS NA BIOLOGIA	115
4.1 O Século XX.	115
4.1.1 Escola Gradista.....	116
4.1.2 Escola Fenética.....	123
4.1.3 Escola Cladística.	127
4.2 E as demais propostas classificatórias?	143
4.2.1 Três reinos.....	144
4.2.2 Quatro reinos.	146

4.2.3 Cinco reinos.	148
4.2.4 Seis Reinos.	154
4.2.5 Super-reinos	156
4.2.6 Domínios	157
CAPÍTULO V	163
A REPERCUSSÃO DAS MUDANÇAS HISTÓRICAS E EPISTEMOLÓGICAS NO ENSINO DA CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA DO SÉCULO XXI	163
5.1 A Ciência no passado educacional brasileiro.	164
5.2 A problemática da Sistemática Filogenética para o ensino da classificação biológica.	170
CAPÍTULO VI	173
METODOLOGIA	173
6.1 Questões norteadoras e objetivos da pesquisa.....	173
6.2 Sujeitos da Pesquisa.	175
6.3 A constituição dos dados.	180
6.4 Delimitação do corpus e análise dos dados.	186
CAPÍTULO VII	193
RESULTADOS: ANÁLISES E DISCUSSÕES	193
7.1 Questionários aplicados a professores e pesquisadores do Ensino Superior.....	193
7.2 Curso de Formação Continuada com professores da Educação Básica.	212
7.3 Interações e Percepções.....	235
7.4 Proposta de Aula.	265
CONCLUSÕES	285
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	291
APÊNDICES	308
Apêndice 1- Folder I - Proposta Curso de Formação Continuada.....	309
Apêndice 2- Folder II - Proposta Curso de Formação Continuada.....	310
Apêndice 3- TCLE – Termo de Compromisso Livre e Esclarecido.....	311
Apêndice 4- Questionário de Pesquisa.....	312
Apêndice 5- Texto: “História da Classificação Biológica”.....	313
Apêndice 6- Roteiro de Questões – Grupo Focal.....	321
ANEXOS	322
Anexo 1- Árvores filogenéticas construídas pelos participantes.....	323
Anexo 2- Plano de Aula – <i>Paula</i>	324
Anexo 3- Plano de Aula – <i>Fabíola</i>	325

INTRODUÇÃO

- [...] então você não gosta de todos os insetos? – continuava a dizer o Mosquito, com a maior calma, como se nada tivesse acontecido.
- Gosto quando sabem conversar – respondeu Alice. – Do lugar de onde eu vim, nenhum deles jamais falou comigo.
- Que espécie de insetos lhe dá mais prazer, lá no lugar de onde você veio? – indagou o Mosquito.
- Os insetos lá não me dão prazer, na verdade – explicou Alice – porque tenho medo deles, pelo menos dos maiores. Mas posso lhe dar o nome de alguns.
- Naturalmente eles atendem pelo nome – observou distraidamente o Mosquito.
- Nunca ouvi dizer que fizessem isso.
- E de que serve, então, eles terem nomes, se não atendem por esses nomes? – estranhou o Mosquito.
- Para eles, não serve de nada – Alice explicou. – Mas é útil para as pessoas que dão os nomes, eu acho. Se não, por que dar nomes às coisas?
- Não sei – disse o Mosquito. – Lá na floresta as coisas não têm nomes.

Lewis Carroll (1980, p. 163)

O diálogo entre Alice e o mosquito na obra de Lewis Carroll (1980) revela parte da natureza epistemológica do ato humano de classificar as coisas, um ato puramente social e histórico. Ao nomear, o homem interage com o objeto – “gosto quando sabem conversar” –, estabelecendo um vínculo e tornando a coisa um objeto do mundo cultural, portanto, simbólico. A linguagem materializa-se nos objetos – “de que serve, então, eles terem nomes, se não atendem por esses nomes?” – e, por conseguinte, só se nomeia aquilo que tem função social, o que explica o fato de “lá na floresta as coisas não [terem] nomes”. Nesse sentido, as coisas não falam – “continuava a dizer o Mosquito, com a maior calma, como se nada tivesse acontecido” – mas “são os humanos que falam pelas coisas” (MAIA, 2015, p. 73). Assim acessamos o conhecimento natural. “O chamado mundo das coisas naturais somente é apreendido por ser dito, ao ser dito, nomeado, designado e entrar na cultura. O que não é dito não é agenciado pelo simbólico e não habita o mundo humano, não é cultura” (MAIA, 2015, p. 46).

A Classificação dos Seres Vivos é, nesse sentido, um empreendimento humano e social encantador e, ao mesmo tempo, extremamente complexo. Se por um lado, em determinadas culturas se admitem diferentes critérios para se classificar a partir do contexto e função para o qual se utiliza, na cultura da ciência, por sua vez, sua principal função é construir conhecimento a partir da interpretação do mundo e torná-lo disponível por meio de representações, definições ou iconografias, como a árvore da vida e as hierarquias, por exemplo. Em ambos os casos se trata de um processo histórico, dotado de práticas linguísticas, influências socioculturais e ideologias de grupos de trabalho. Mas estas não são suas únicas propriedades.

A classificação na Biologia trata de seres vivos e não mais vivos (como os fósseis). Trabalha também com hipóteses, teorias, técnicas, conveniências teóricas e ideológicas, métodos plurais e lutas políticas, pessoais e profissionais. Um domínio assim tão complexo, conseqüentemente, apresenta uma filosofia subjacente que merece ser estudada e somente a História da Ciência pode explicar por que as coisas são como são na classificação biológica (WILKINS; EBACH, 2014). No entanto, as classificações são “subestimadas e pouco estudadas” (WILKINS; EBACH, 2014, p. 162), embora possibilitem integrar diversos conhecimentos já construídos pelas Ciências Biológicas.

Nas últimas décadas tem ganhado força um movimento pelo abandono das clássicas categorias taxonômicas herdadas de Lineu. Esse movimento não é novo, visto que pôde ser visto entre os séculos XIX e XX, momento em que a Taxonomia estava sendo bombardeada por acusações essencialistas. A acusação ainda permanece, mas o que realmente teria mobilizado mudanças seria o método Sistemático Filogenético, nascido na década de 1960 (AMORIM, 2002).

No Brasil, o método Sistemático Filogenético provavelmente ficou conhecido por pesquisadores universitários de grandes centros de pesquisa como da USP-São Paulo, por volta de 1990, quando livros americanos clássicos de zoologia foram traduzidos e obras voltadas ao estudo da taxonomia publicadas por renomados pesquisadores brasileiros. Na época, esses livros já propunham mudanças ao sistema de nomenclatura na Biologia de modo a acompanhar a filogenética (PAPAVERO, 1994).

Nos anos 2000, uma expansão de publicações acerca da filogenética também foi percebida, ao mesmo tempo em que seu uso passou a ser defendido no ensino de Ciências e Biologia (AMORIM, 2008).

Ao apresentar o conhecimento científico como dinâmico e não hermético, a abordagem filogenética traz a discussão sobre a filosofia das ciências para a sala de aula, especialmente sobre conceitos relacionados à natureza transitória das teorias e a importância do espírito crítico em relação a métodos e hipóteses. Ainda, a filogenética sugere ao professor uma mudança nas suas concepções sobre a construção do conhecimento científico, permitindo que ele passe a enxergar as perspectivas da filosofia da ciência como facilitadoras do processo de aprendizagem. Em contrapartida, os alunos são estimulados a utilizar a argumentação para escolher entre hipóteses rivais, ultrapassando a mera assimilação de conteúdos conceituais e factuais (SANTOS; CALOR, 2007, p.1-2).

Esse movimento, iniciado no Brasil na primeira década do século XXI e se intensificado na presente década, nos parece um reflexo das mesmas preocupações internacionais, visto que no mesmo período observamos publicações americanas discutindo sobre o papel do ensino da sistemática e da taxonomia, bem como do pensamento possibilitado por um ensino pautado em árvores filogenéticas (MEIR, et al, 2007; SANDVIK, 2008; BARDELE, 2009; BROOKS, 2010; HONEY; PAXMAN, 2010; LENTS; CIFUENTES; CARPI, 2010). No Brasil não tem sido diferente. Inúmeras pesquisas defendem o uso de árvores filogenéticas e cladogramas no ensino de Ciências e de Biologia para possibilitar, entre outras coisas, o melhor entendimento da evolução biológica rompendo com visões lineares (SANTOS; CALOR, 2008; KLASSA; SANTOS, 2017).

Muitas dessas pesquisas, contudo, constataram que os livros didáticos não estariam abordando a perspectiva filogenética. Também os professores não estariam preparados para articulá-la aos conteúdos biológicos, o que nos permite indagar se a filogenética estaria presente na formação inicial de biólogos. Nesse mesmo sentido, estudos apontam a necessidade de formação continuada para professores, de modo a suprir possíveis lacunas formativas sobre esse tema, bem como a necessidade de curso de especialização na área. Entretanto, ainda não há estudos que apontem a potencialidade de cursos de formação continuada para resolver as fragilidades formativas apontadas pelas referidas pesquisas (RODARTE; SANTOS, 2016).

Paralelamente, desconhecem-se a existência de pesquisas que tenham envolvido professores universitários e mesmo licenciandos acerca de como o ensino e a aprendizagem vêm sendo desenvolvidos na formação em Ciências e Biologia, no que diz respeito à temática filogenética, o que se apresenta como mais uma lacuna importante de pesquisa.

Ademais, o que a Sistemática Filogenética representa para a Biologia? Quais suas origens e o que propõe de mudanças? Como a Sistemática Filogenética relaciona-se com a classificação dos seres vivos? Quais mudanças ocorreram na Biologia que justificariam o

abandono das categorias de Lineu? Estas e outras inquietações resultaram, portanto, em nosso problema de pesquisa: Como as mudanças epistemológicas¹ contidas na História da Classificação Biológica afetam a prática pedagógica de professores de Ciências e de Biologia?

Como objetivo geral, analisamos na prática pedagógica de professores de Ciências e de Biologia, o reflexo das mudanças epistemológicas existentes no contexto histórico e metodológico da classificação biológica. Para tal, foi necessário investigar como professores formadores reconhecem as diferenças entre os sistemas classificatórios na Biologia, bem como identificar a apropriação e emprego do método sistemático filogenético por professores de Ciências e de Biologia em situações de ensino. Para a investigação, inicialmente foi necessário um aprofundamento teórico, crítico e descritivo em alguns aspectos históricos da ciência Biologia, principalmente no que se refere às mudanças ocorridas no âmbito classificatório, como pode ser visto nos capítulos iniciais que compõem a presente pesquisa.

No primeiro capítulo intitulado “A natureza da classificação biológica na Grécia antiga”, discutimos as classificações de Platão e de Aristóteles, tendo em vista que esses sujeitos são amplamente referenciados como os primeiros classificadores dos quais se tem conhecimento. Em seus métodos classificatórios, procuramos demarcar *como e para que* os filósofos empregaram categorias aos seres vivos. As visões de mundo desses pesquisadores também foram apresentadas para que a natureza da classificação dos seres vivos efetuada por eles pudesse ser compreendida. Buscamos responder ao final deste capítulo se a classificação aristotélica deve ser considerada como precursora para a Biologia.

“O essencialismo de Lineu e a repercussão dessa controvérsia na Biologia” constitui o título do segundo capítulo, no qual discutimos a controvérsia histórica que tem afetado diretamente a compreensão da Biologia nos últimos dois séculos. Neste capítulo, apresentamos a classificação lineana argumentando se sua visão de mundo e sistema classificatório estariam fundamentados no essencialismo.

O terceiro capítulo: “Crise na taxonomia e reforma metodológica na classificação: a biologia do Século XX” versa sobre a emergência da Biologia enquanto ciência e os principais contextos que demandaram o surgimento de disciplinas como a Ecologia e a Genética. Esse panorama busca contextualizar os fatores que desencadearam a crise na taxonomia bem como sua reforma metodológica.

¹ Entendemos por mudanças epistemológicas as novas formas de se pensar sobre um determinado fenômeno ou área do conhecimento, possibilitadas por fatores científicos, culturais, políticos etc., que podem ou não conter também mudanças de ordem metodológica, ou seja, na forma de atuar frente ao fenômeno de interesse.

Uma comparação entre as diferentes propostas classificatórias do século XX em relação à Sistemática Filogenética e a resposta se o método proposto por Willi Hennig se caracteriza como uma novidade para a prática classificatória na Biologia ou como consequência do contexto intelectual vivenciado por esta ciência foram discutidas no quarto capítulo, intitulado: “Escolas taxonômicas na Biologia”.

No quinto capítulo: “A repercussão das mudanças históricas e epistemológicas no ensino da classificação biológica do século XXI”, procuramos situar como e em que momento as noções classificatórias e evolutivas passaram a fazer parte da Educação Básica brasileira, visando compreender as fragilidades e potencialidades de um ensino pautado na Sistemática Filogenética conforme atualmente defendido.

Apresentamos no sexto capítulo a Metodologia de constituição e análise dos dados, bem como nosso contexto e sujeitos participantes da pesquisa. No sétimo, e último capítulo, encontram-se nossos Resultados concomitantemente com as análises e discussões propiciadas por eles.

Por fim, na Conclusão, apontamos, entre outras coisas, o descompasso entre o conhecimento produzido pela Universidade em relação à Educação Básica numa perspectiva sistemática filogenética ao mesmo tempo em que destacamos o necessário aprofundamento formativo de professores para se alcançar uma prática pedagógica fundamentada nos princípios teóricos e metodológicos da Sistemática Filogenética. Concomitantemente, ressaltamos o papel da evolução como conhecimento indispensável para a compreensão e interpretação da classificação biológica.

CAPÍTULO I

A NATUREZA DA CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA NA GRÉCIA ANTIGA²

Em qualquer resgate à literatura ocidental acerca da História da Classificação dos Seres Vivos, as figuras de Platão e Aristóteles são apontadas como os mais antigos, senão os primeiros, classificadores do mundo vivo dos quais se tem conhecimento.

A Platão se atribui a divisão dicotômica a/a' (exemplo: possui pelos, não possui pelos) e a Aristóteles, o uso dessa dicotomia (apesar de tê-la criticado) como um dentre os vários métodos utilizados para realizar classificações. Contudo, Aristóteles diferiu de Platão ao descrever detalhadamente os seres vivos. Diferiu também no objetivo de seu processo classificatório. Desse modo, enquanto a natureza biológica era o foco no tempo de Sócrates, posteriormente, “[...] os filósofos se inclinaram para a excelência útil e a política” (ARISTÓTELES, As partes dos animais, cap.1, 642^a 24 apud ANGIONI, 1999, p. 25)³, consistindo nesta a principal demarcação entre a classificação efetuada por Platão e Aristóteles. Entretanto resta saber, a classificação aristotélica pode ser considerada um método para o estudo dos seres vivos na Biologia?

Para tentar responder a essa questão, neste capítulo, apresentamos e discutimos alguns aspectos principais do contexto social, político e intelectual da Grécia Antiga que influenciaram direta ou indiretamente a classificação dos seres vivos efetuada pelos dois personagens mais influentes na Biologia e na Ciência de um modo geral.

1.1 O contexto intelectual Grego.

A Grécia antiga é considerada por muitos autores como o berço da humanidade, da democracia, da cidadania e da ciência. De fato, o contexto econômico, político e social dos gregos demarca o rompimento com as explicações estritamente mitológicas e o estabelecimento do pensamento crítico e fundamentado em fatos.

O pensamento racional na Grécia teria se iniciado e intensificado principalmente entre os séculos VII e II antes da era Cristã. A organização marcou as atividades nessa civilização.

² Parte do texto deste capítulo encontra-se em prelo pela Revista Diálogos (ISSN 1415-9945).

³ Conforme nos explica Martins (2015, p. 10): “Em todas as referências às obras de Aristóteles [...] colocamos o título da obra em latim (como é tradicional fazer) e a localização da referência indicando a parte da obra (“livro”), capítulo, as páginas, colunas e linhas correspondentes (por exemplo, 1335a28), segundo a numeração da edição de Bekker, publicada em Berlim no século XIX. Este é o método usual de fazer referência aos trabalhos de Aristóteles e que permite conferir as citações com qualquer tradução delas, pois todas as traduções indicam também as paginações e linhas correspondentes à edição de Bekker”.

Extremamente coletivas, tanto a produção quanto o produto das atividades diárias como o cultivo de terra e a caça eram realizados e divididos entre os membros do grupo. A natureza tinha um papel central provendo animais e plantas importantes para a economia, apontam Andery, Micheletto e Sérgio (2012a). Soma-se a essa coletividade e organização a transferência dos saberes práticos dos mais velhos aos mais novos por meio da oralidade. A memória coletiva consistia na forma de se manter a identidade do grupo e se fundava em certos mitos de origem (LE GOFF, 1990; HALBWACHS, 1990).

A princípio extremamente relacionadas, magia e atividade de trabalho foram aos poucos se diferenciando, mas não se isolando totalmente. Enquanto a oralidade era usada na manutenção dos mitos e crenças, no trabalho o discurso tornou-se um instrumento orientador das técnicas, objetivando-as de forma unicamente pragmática. A técnica alavancou a produção que começou a contar com utensílios que auxiliavam muito o trabalho humano e, dessa forma, produzia-se mais do que o grupo precisava para se manter. Isso repercutiu em um novo tipo de relação entre os homens: a divisão entre produtores e patrões. Enquanto os produtores usavam de sua capacidade estritamente manual, os patrões organizavam de forma ainda mais objetiva o que se deveria produzir. Desse modo houve um rompimento com o pensamento de grupo que caracterizava a coletividade. Concomitantemente, os produtores foram pouco a pouco vendo sua mão de obra ser escravizada em prol da produção que gerava trocas entre aqueles que detinham o produto (ANDERY; MICHELETTO; SÉRIO, 2012b).

As invasões de outros povos, a posse da terra e a organização da sociedade pela centralização da nobreza, que tinha como instrumento de poder a escrita para o controle e a regulamentação dos aspectos da vida, e a economia, foram alguns dos principais pontos que antecederam grandes mudanças na Grécia. Duas grandes divisões podiam ser identificadas na época: a nobreza de um lado e os produtores rurais de outro. A diversidade de povos que chegava e ocupava novos territórios trouxe consigo novas técnicas como o uso do ferro. Com isso, a dicotomia na sociedade foi rompida pelos rurais, ocasionando uma grande expansão produtiva agrícola, artesanal e de fabricação de armas. Embora mais unida, a sociedade permanecia com pequenos grupos de acordo com suas atividades: aristocratas, artesãos, agricultores, escravos etc. Criou-se a cultura de decisão pública que aparentemente descentralizava os debates, ainda que esses ocorressem previamente entre os reis e fossem apenas ratificados publicamente junto aos cidadãos. Nesse contexto, a escrita, que era usada como controle da nobreza sobre os demais, desapareceu (ANDERY; MICHELETTO; SÉRIO, 2012b).

Com o estabelecimento da *pólis* dividiram-se novamente os aristocratas e os camponeses ao mesmo tempo em que dava autonomia política, econômica e social às diversas cidades – Estado na Grécia. Com a *pólis*, nasceu uma nova sociedade grega (hábitos e ideias foram alterados), a escrita reapareceu com um papel totalmente distinto, passando a disseminar ideias, permitindo o acesso ao conhecimento, aos debates e às decisões dos homens. A crítica e o debate passaram a fazer parte do cotidiano do povo (ANDERY; MICHELETTO; SÉRIO, 2012b).

Nesse contexto de florescente racionalidade, encontram-se os primeiros pensamentos filosóficos que se distinguem principalmente na forma de explicar o mundo. Como exemplo, vemos um diálogo imaginário entre um visitante (V) na antiga cidade de Mileto com o filósofo Tales (T):

V- O que diferencia seu pensamento da interpretação dada pelos antigos [...]?

T- [...] Estou interessado em responder à seguinte pergunta: *qual a arché de todas as coisas?* Isto é, qual o princípio, fundamento ou origem do que existe?

V- Mas não foi sempre este o desejo de todos os *sábios* que o precederam?

T- É verdade. Porém existem algumas diferenças fundamentais que distinguem meu modo de ver o mundo. [...]. Elas se situam no objeto e no método. [...]. O objeto de minha reflexão é a natureza [...] e que gosto de chamar de *Physis*. [...]. É através do seu próprio raciocinar sobre a realidade que as conclusões devem ser retiradas. [...]. O meu método é, portanto, predominantemente o racional em oposição ao tradicional ou mitológico (BARRETO; MOREIRA, 2000, p. 21-22).

O método caracterizaria uma nova forma de atividade do homem. Este método passou a ser a contemplação e o raciocínio. Portanto, a relação do sujeito com o objeto, que antes era percebido pelos sentidos e interpretado pela mitologia, modificou-se. O objeto passou ser um material dotado de um sentido explicativo, formado por propriedades e criado com uma finalidade. Entender essas propriedades permitiria encontrar a finalidade. Assim, “[...] a própria vida social das cidades–Estado passou a ser objeto de reflexão [...]” (ANDERY; MICHELETTO; SÉRIO, 2012b, p. 35).

As explicações sobre a natureza acarretavam a busca pela ordem, por explicações que atendessem a complexa demanda dos fenômenos e que pudessem ser alcançadas pela reflexão e pelo discurso coerente. Portanto, a *pólis* desempenhou importante papel nesse processo de racionalidade e importantes concepções filosóficas são caracterizadas neste período como as

de Tales, Anaximandro, Anaxímenes, Pitágoras, Parmênides, Heráclito e Demócrito. As explicações que esses filósofos davam à origem das coisas e do universo romperam com o mito e permitiram elaborações mais complexas e fundamentadas. O tema central desses pensadores para iniciar a explicação do cosmos partia da natureza por intermédio da observação e análise dos fenômenos naturais, elaboração de conceitos e abstrações, salientam Andery, Micheletto e Sérgio (2012b). Caracterizaram-se, portanto, no florescimento da filosofia os métodos de observar e analisar rigorosamente todas as partes de um objeto e/ou fenômeno, elaborar conceitos e definições que refletissem seu entendimento e procurar aquilo que permitisse ser generalizado, ou seja, o princípio de toda matéria.

1.2 A busca pelo princípio da matéria contido na natureza.

Na busca pelo princípio da matéria contido na natureza, a *arché* tornou-se o problema central do pensamento dos filósofos da Grécia antiga sendo atribuída à matéria e explicada por meio dos elementos água, terra, fogo e ar.

Segundo Tales de Mileto (aprox. 624-357 a. C.), o princípio estava na água devido à natureza úmida das sementes, alimentos, entre outras coisas; para Anaximandro (aprox. 610-547 a. C.), seu discípulo, a *arché* era algo que a tudo deu origem e que a tudo retornará, algo imitado e móvel que denominou *ápeiron*; Anaxímenes (aprox. 585-525 a. C.) propôs o ar como princípio para todas as coisas por acreditar ser este elemento o mais ilimitado, sensível e potencialmente transformador (PAPAVERO et al, 2000; ANDERY; MICHELETTO; SÉRIO, 2012b).

Xenófanes (580-460 a. C.) acreditava na terra como *arché*, pois dela tudo sai e a ela tudo volta. Parmênides (aprox. 530-460 a.C.), influenciado pelas ideias de Xenófanes, acreditava no ser como algo sem começo ou fim, portanto, não sujeito a mudanças. O pensamento de Parmênides é considerado pelas autoras Andery, Micheletto e Sérgio (2012b) como um divisor qualitativo no pensamento abstrato da época. Para elas, o objeto do conhecimento deixou de ser a natureza propriamente e passou a enfatizar o ser e sua constituição, sua essência e identidade. Inaugurou-se um critério de verificação postulado pelo que o ser é e por aquilo que não é, chegando-se ao real e verdadeiro, ou seja, a uma razão pura.

Juntamente com Zenão de Eléia (aprox. 460 a.C.), seu discípulo, Parmênides complementou as ideias de Xenófanes sobre a ilusão contida no movimento e no repouso das coisas. Explicavam que o real era a estabilidade. Os sentidos e as opiniões seriam contrários

ao real e ao verdadeiro e, por isso, considerados enganosos e aparentes. Os sentidos eram inúteis e falaciosos para a descoberta das essências e deviam ser rejeitados priorizando-se a razão. Zenão é considerado o iniciador da dialética justamente por utilizar o método para apresentar as contradições contidas na afirmação (PAPAVERO et al, 2000; ANDERY; MICHELETTO; SÉRIO, 2012b).

Heráclito (540-480 a.C.) reuniu as ideias de Xenófanes, Parmênides e Zenão com as de Anaxímenes e atribuiu ao fogo a *arché* das coisas. Anaxágoras (aprox. 500-428 a. C.) agregou a multiplicidade e unidade para explicar a diversidade, sendo a diversidade a essência das coisas. As sementes (*spermata*), por exemplo, existiriam em uma mistura primitiva e seriam elas que dariam origem a todas as coisas do universo (PAPAVERO et al, 2000). Martins (2013a) acrescenta que em Anaxágoras é possível perceber a busca por um propósito ou finalidade. Esta busca aparecerá nas reflexões dos filósofos posteriores denominando a causa final, entre outras coisas, objetivo central de estudo de Aristóteles. Platão também iria questionar a causas das transformações, atribuindo ao agente *artesão* ou *demiurgo* a criação do universo e inclusive as coisas animadas.

Leucipo (aprox. 500 a. C.) e Demócrito (460-370 a. C.) admitiram o átomo e o vazio como a unidade e os sentidos que podem revelar a diversidade e a mudança. Chamados de atomistas, esses filósofos acreditavam numa partícula eterna, indivisível e imperceptível a não ser pela razão. Para eles, os átomos se movimentavam no vazio e a combinação entre eles gerava todas as coisas no universo (PAPAVERO et al, 2000). Empédocles (490-430 a. C.) foi quem uniu as principais teorias admitindo que a *arché* seria formada pelos quatro elementos: a água, o ar, a terra e o fogo, princípios eternos que possuem elementos ou partículas menores que, ao se unir e se separar, constituem a diversidade (PAPAVERO et al, 2000).

Outra forma de explicar o princípio das coisas era por meio das noções de número, harmonia e alma. Iniciada com Pitágoras (580-497 a. C. aproximadamente), a escola pitagórica procurava compreender o mundo por meio do elemento número associado à geometria das formas. A relação numérica expressava como os fenômenos eram formados. Vemos, portanto, uma passagem da contemplação fortemente demarcada na natureza pela busca de fatores que afetam diretamente a constituição humana, foco do período subsequente.

1.3 Da contemplação da natureza para a atenção ao homem.

Pensamento e método encontraram em Atenas um local propício para seu desenvolvimento. A democracia fundada no trabalho dos escravos tinha a atividade manual

como desprezível. Assim, a cidade tornou-se *locus* da arte, da música, da ciência e da filosofia. Nesse período, um grupo de estudiosos sofistas, dos quais pouco se sabe, rompeu com a preocupação única com a natureza e seus fenômenos e trouxe o homem para o centro de sua atenção. A ênfase no indivíduo justificava-se pela crença de que tanto ele é produto da cultura, como a produz. Por isso o ensino dos conhecimentos e da arte de argumentar era imprescindível para transformar a sociedade (ANDERY; MICHELETTO; SÉRIO, 2012c). Nesse contexto encontram-se as figuras de Sócrates, Platão e Aristóteles, que criticavam as ideias anteriores bem como a dos sofistas. Para esses três filósofos, o homem possuía uma alma essencial diferente do corpo, sendo por isso objeto de sua atenção. Eles buscavam métodos para que o homem produzisse conhecimento rigoroso, de modo a formar cidadãos. A filosofia tornou-se uma função social (ANDERY; MICHELETTO; SÉRIO, 2012c).

Platão (426-348 a. C. aproximadamente) teve como influência Sócrates, para o qual conhecer o homem e a sociedade estava acima do conhecimento acerca da natureza. O diálogo constante permitia o autoconhecimento, alimentando a alma humana. Sócrates acreditava que, a princípio, todos os homens eram iguais e autoconscientes de si, mas precisavam ser orientados para alcançar essa sabedoria. Diferente de Sócrates, que considerava o diálogo constante e mutável - algo que um texto não alcançava - Platão fazia uso de diálogos escritos. No entanto, as obras de Platão refletiram as mesmas preocupações de seu mestre no que diz respeito à construção do conhecimento por parte do homem e sua formação. Para as autoras Andery, Micheletto e Sério (2012c), Platão divergia de Sócrates na medida em que fazia uma distinção prévia entre os homens, considerando que apenas alguns teriam condições de obter e produzir conhecimento. Somente esses tinham por natureza uma alma dotada para esse fim, de modo que, na Academia que fundou em 387 a.C., Platão preparava futuros governantes e nem todo cidadão tinha acesso a ela. Todo pensamento de Platão e seu sistema filosófico e metodológico de investigação pautavam-se e tinham como finalidade a política, a produção de conhecimento e a formação de homens com condições para a transformação da sociedade. Conhecer as coisas e a verdade tinha como meta final aplicá-las à política. Portanto, podemos considerar que a relação de Platão com o conhecimento era estritamente pragmática.

Platão e Sócrates também tinham em comum a busca pela essência das coisas. A alma assim como todas as coisas eternas, invisíveis e incorpóreas fazia parte do mundo das ideias, enquanto que o empírico, tocável e os corpos eram do mundo das coisas. Dois mundos, um dado a priori, perfeito, dotado de conhecimento, acessível, porém não transformável; o outro mundo uma cópia imperfeita, corruptível, mutável. Assim como a sociedade em que vivia: real, corruptível, imperfeita e dividida.

Platão almejava uma sociedade organizada e estável, que se dividisse pelo trabalho e pelas leis. O trabalho seria efetivado por homens de acordo com sua natureza. Assim como a sociedade, dividida entre produtores, soldados e guardiões, os homens seriam divididos conforme seu caráter: sensíveis, impetuosos ou especulativos. A descoberta do caráter predisponha o homem a uma determinada atividade na sociedade, justificando por que alguns podiam ter acesso ao conhecimento e outros não (ANDERY; MICHELETTO; SÉRIO, 2012c).

Disso resulta que as obras de Platão são reflexos dessa visão de sociedade que almejava.

Em “Timeu”, Platão explicou a origem do mundo e do homem. Discorreu sobre a existência de um único universo que seria um ser vivo e que possuiria alma. Araújo Jr. e Redyson (2010, p. 76) complementam que “‘A Forma da criatura viva’ é genérica. Nela estão contidas as formas dos seres vivos” conhecidas pelo filósofo: os celestes, os aéreos, os aquáticos e os terrestres. Para Platão, a vida dependia da existência de uma alma. A alma era, portanto, a essência humana. Vida e alma em Platão são indissociáveis, pois alma é movimento. A alma seria a força vital que regeria todo universo bem como os seres contidos nele (ROBINSON, 1998).

Ao explicar a criação da vida, Platão argumentou que as espécies animais tiveram sua origem a partir dos quatro elementos. Aves a partir do ar, seres aquáticos pelo elemento água e terrestres a partir da terra. O fogo era o elemento constituinte dos deuses criadores que deram origem ao homem, cópias imperfeitas da ideia platônica de espécie. O homem seria então resultado de diferentes degenerações (PAPAVERO et al, 2000):

[...]Dos homens que vieram ao mundo, os que eram covardes, ou que levavam vida desregrada, podem com razão ter mudado para a natureza das mulheres na segunda geração. [...]Mas a raça das aves foi criada a partir de homens inocentes, de mentes aéreas [...] esses foram remodelados e transformados em aves e cresceram penas em vez de pelos. A raça dos animais pedestres selvagens, novamente, veio daqueles que não possuíam nenhuma filosofia em seus pensamentos e nunca teceram considerações sobre a natureza celeste [...]. Em consequência desses hábitos, tiveram suas pernas dianteiras e cabeças descansando sobre a terra [...]. E esta foi a razão porque eles criaram os quadrúpedes e polípedes: deus deu aos mais insensíveis mais apoio para que ficassem mais atraídos pela terra. E aos mais tolos deles, que reptam seu corpo pelo chão, tornou-os ápodes, para se arrastarem sobre a terra. A Quarta classe é a dos habitantes da água: estes foram feitos dos mais inteiramente insensíveis e ignorantes de todos, os quais os transformadores não criam que necessitassem mais da pura respiração, pois possuíam uma alma tornada impura por todas as sortes de transgressões [...] e daí surgiu a raça dos peixes e ostras, e outros animais

aquáticos que receberam as mais remotas habitações como punição por sua desmesurada ignorância [...] (PLATÃO, *Timeu*, 90-92 apud PAPAVERO et al, 2000, p. 88-89).

Embora Platão tenha adotado classes para dispor os seres vivos, sua intenção não teria sido classificá-las, mas ilustrar pelo diálogo a origem da criação e o motivo da corrupção humana. Desse modo, o agrupamento é apenas um modo prático para reunir as diferentes naturezas internas dos seres vivos aéreos, terrestres e aquáticos.

Na obra “O Político”, Platão demonstrou as regras para uma divisão lógica ou diérese das coisas a partir de suas próprias formas (chamadas *eidè*, ou seja, elementos que constituem a realidade imutável) para organizar as propriedades decorrentes em classes. Em geral, fez uso de divisões dicotômicas. Apesar de mencionar casos de divisões de animais terrestres com chifres e sem chifres, Platão não aplicou o método aos seres vivos. Sua preocupação se deu com a constituição da sociedade, especificamente das atividades humanas que opunham de um lado o saber e do outro a práxis (CASTORIADIS, 2004).

Em nenhum momento Platão mencionou as plantas na sua explicação para a origem do universo e, em “O Político”, as tratou com um sentido utilitário, embora as considerasse dotadas de alma, portanto, vivas. “As vestimentas [...] são costuradas ou não, e dentre as que não são costuradas umas são feitas de fibras de plantas e outras de pelos [...]” (PLATÃO, *POLÍTICO*, 1991, p. 226).

Loureiro (2011) explica que, nesta obra, Platão faz uma sutil distinção entre plantas e animais. As plantas, diferentemente dos animais, não seriam geridas pelo cosmo. Isso se prova pela sua autonomia ao germinarem aleatoriamente no solo. Assim, as plantas seriam autônomas enquanto que os animais seriam comandados. Se considerarmos a degeneração pela qual passariam os homens e suas almas, segundo Platão, vindo a se tornar animais em outras vidas, os homens seriam seres políticos que deveriam ser governados, submissos a algo ou a alguém, no caso à política ou ao demiurgo ou artesão, criador de todas as coisas. As plantas, por outro lado, cuja natureza é distinta, não teriam suas almas subordinadas ou dotadas de um fim.

Castoriadis (2004) menciona a relativa artificialidade de algumas das dicotomias utilizadas por Platão em seus exemplos, apontando-a como um problema de sua lógica, uma vez que a divisão de um objeto que possui inúmeras características será guiada por aquilo que o classificador considerar como de seu interesse, tornando qualquer divisão arbitrária e subjetiva. Isso pode ser visto na obra “O Político” quando Platão decidiu separar animais com

e sem chifres, atribuindo os sem chifres ao rei como seu proprietário. O critério utilizado seria o de domesticação? Isso não fica claro.

Diferentemente do que os autores Kawasaki e Oliveira (2003) afirmam, Platão não estava interessado na diversidade biológica e nem na classificação dela. Sua metodologia tinha como objetivo classificar os papéis na sociedade de Atenas e ressaltar a natureza do homem político. Como diz Loureiro (2011, p. 49), é preciso considerar, na obra “O Político” de Platão, que não há motivo para “[...] que a diérese prossiga para revelar o Homem, que não é esse o objetivo do inquirido, cujo objeto é o político (de novo se impõe a pergunta: que interessa a este a biologia do ser humano?)”. Por isso, no diálogo, quando o jovem Sócrates distingue o homem do animal devido à capacidade mental do primeiro, Platão, sob o pseudônimo de Estrangeiro, acusa o jovem de cometer um erro.

O Estrangeiro acusa Sócrates de antropocentrismo [...]. [...]abdica de distinguir qualitativamente o Homem, que surge numa relação horizontal com os outros animais. [...]Na hierarquia dos seres vivos nas páginas finais do *Timeu*, assistimos a nova recusa em distinguir qualitativamente o Homem dos animais. Estes são ordenados com base num critério quantitativo – o uso que fazem da razão –, que determina a sua configuração física, inclusive características como o número de patas, que o Estrangeiro utiliza para separar o Homem do porco, sem, porém, nunca discutir a razão a montante dessa diferença: o fator *inteligência*. Também no mito de Er, animais reencarnam em humanos e vice-versa (620a e ss.), demonstrando a igualdade anímica fundamental entre todos os seres-vivos (LOUREIRO, 2011, p. 52).

Loureiro (2011) complementa ainda que:

A recusa do corte de Sócrates e a continuação da diérese parecem, por isso, um sacrifício do óbvio no altar do método: por que dividir os animais em terrestres e aquáticos, bípedes ou quadrúpedes, alados ou sem penas se, no fim, é do Homem, sempre, que falamos? A explicação está, precisamente, no entendimento do Estrangeiro do que é o Homem: ele não possui uma antropologia, mas uma zoologia política. Na medida em que o Homem é apenas uma parte ontológica do tipo animal, é em relação a esse tipo que o Homem, que não é forma, tem de ser definido. Isso, de resto, é o que interessa a quem, como o político, está encarregado da sua τροφή [alimentação], para a qual não é irrelevante, claro, a natureza do animal a criar (LOUREIRO, 2011, p. 53).

Se o homem é um animal, ele é selvagem, pois todo animal é selvagem, então quem o domestica se ele é quem domestica os outros animais? Seria um Deus quem domestica o domesticador? Esses pontos convidam o leitor a pensar o que faz com que o homem se torne político para Platão. Se as divergências entre os homens são resolvidas por intermédio da

discussão, que permite chegar a um consenso racional, a analogia cidadão/besta, seria aplicada àquele homem que não usa da razão, enquanto que o rebanho é o conceito aplicado aos homens domesticados (LOUREIRO, 2011). Fica cada vez mais nítido que Platão buscava explicar a origem e a constituição da cidade, sem preocupar-se com qualquer interesse biológico em seu método classificatório. Do mesmo modo, os conceitos de vida e alma estavam associados na medida em que poderiam explicar a corrupção dos homens e sua natureza perante as atividades que constituíam a sociedade.

A contemplação em Platão servia para colocar em ordem, através do método classificatório, os seres que compunham distintos papéis sociais. Para seu discípulo Aristóteles, por sua vez, a classificação também seria um método para o entendimento das coisas do mundo sublunar, principalmente para entender a diversidade proporcionada pela reprodução dos animais, “fenômeno que mais o fascin[ou]”, acrescenta Angioni (1999, p. 63). Por isso, sua pluralidade metodológica é bem mais explícita.

1.4 A classificação como método paralelo à vivisseção da natureza.

Aristóteles certamente se preocupou com classificações, não apenas do mundo físico, mas também na semântica das palavras. Aristóteles nasceu por volta de 383 antes da era cristã numa pequena colônia grega localizada na cidade de Stagira. Grande parte de sua formação teórica ocorreu no contexto de Atenas, local onde morou a partir de seus 17 ou 18 anos de idade. Referência cultural e intelectual para a época e região. Atenas era o berço da Academia de Platão, uma escola informal, na qual Aristóteles participou por cerca de 20 anos. Este contexto possibilitou ao jovem filósofo não só o enriquecimento mental como também a admiração a seu mestre Platão e a independência teórica para distanciar-se do pensamento platônico em diversos pontos. Atenas e a Academia platônica voltaram a ser parte do círculo de Aristóteles quando, muitos anos depois da morte de Platão, ele fundou uma nova escola, conhecida por nós como Liceu. Ali também nasceu a expressão “peripatéticos” utilizada para denominar os discípulos de Aristóteles que o acompanhavam todas as manhãs em passeios pela natureza aprendendo seus ensinamentos (MARTINS, 2015).

Aristóteles escreveu diversas obras, muitas das quais foram perdidas. Conforme relata Martins (2015), dentre as obras “biológicas” conhecidas e conservadas estão: “Sobre a alma”; “História dos animais”; “Sobre as partes dos animais”; “Sobre a geração dos animais”; “Sobre a locomoção dos animais”; “Sobre o movimento dos animais” e “Pequenos [tratados] sobre

[coisas] naturais”⁴. Essas obras discorrem sobre a natureza dos seres vivos e suas propriedades constituintes, sejam elas físicas ou orgânicas como: os órgãos e suas funções; a reprodução/geração; a locomoção e a respiração.

Aristóteles fez uso de uma metodologia criteriosa baseada na descrição, análise e comparação entre os mais diferentes seres vivos (MARTINS, 2015). Portanto, quando analisamos a relação de Aristóteles com o estudo dos seres vivos, observamos que o filósofo fez uso da observação detalhada a olho nu, realizou experimentos por meio da vivissecção obtendo uma série de dados, comparou-os e criou critérios de classificação a partir do estabelecimento de relações entre outros seres já observados e descritos para, posteriormente, sintetizá-los ou generalizá-los. Estes se tratavam de procedimentos metodológicos sistemáticos incomuns para sua época, que se ocupava mais com a contemplação e a explicação das causas da natureza.

As inquietações de Aristóteles ao apreciar os fenômenos da vida eram novas e bastante distantes daquelas da tradição platônica (MARTINS, 2015). Martins e Martins (2007) complementam que, diferentemente de seus antepassados, Aristóteles acreditava em tipos distintos de alma entre os seres vivos, por esse motivo dedicava-se no estudo dessas diferenças na natureza viva. Angioni (1999, p. 9) discute que na obra “Partes dos Animais”, Aristóteles deu continuidade à discussão central contida em sua “Metafísica”, ou seja, buscou “[...] estabelecer princípios para a definição dos animais – que são os exemplos mais valiosos daquilo que se reconhece sob o título de ‘ousia sensível’ – e [...] procur[ou] resolver justamente o problema da correlação entre matéria e forma”⁵.

Aristóteles jamais usou apoios religiosos em suas explicações, já que sua visão de mundo se pautava na matéria, nos princípios internos de suas mudanças e, portanto, nas causas finais da natureza. Seus procedimentos estavam baseados na explicação racional e em sua concepção de mundo. Aristóteles entendia que cabia à natureza produzir resultados úteis (MARTINS, 2015).

O filósofo grego visava atingir a essência das espécies para uma melhor compreensão dos fenômenos naturais. Em Aristóteles tem-se por essência a forma que explica porque determinado ser é ou não é tal coisa. A alma vegetativa nas plantas e a sensitiva nos animais, por exemplo, seria a essência de cada um desses seres (BERTI, 2002).

⁴ *De anima; Historia animalium; De partibus animalium; De generatione animalium; De locomotione animalium; De incessu animalium e Parva naturalia*, respectivamente.

⁵ A *ousia* seria o princípio, causa ou essência que permitiria tornar compreensível matéria e forma nos seres vivos da natureza.

Aristóteles buscava explicações para as quatro causas presentes nos fenômenos naturais (ANGIONI, 2011), correspondendo à causa final, formal, material e eficiente (ABREU, 1994) que desmembrou da causa metafísica de Platão (PAPAVERO, et al, 2000). Martins (2013b) explica que Aristóteles foi um dos pensadores que representou a abordagem teleológica, ou seja, que buscou explicar os fenômenos por meio das causas finais.

Desse modo, para Aristóteles, as características dos seres vivos constituíam-se de sistemas complexos. Já os demais elementos da natureza poderiam ser classificados conforme sua qualidade interior: quente, seco, úmido ou frio. A combinação desses atributos com os quatro elementos poderia explicar a natureza de alguns fluidos corpóreos e causa da saúde ou da doença do indivíduo. Tais causas e motivos foram às razões da busca de Aristóteles pela compreensão dos seres vivos a partir do estudo minucioso da estrutura do corpo, suas características e funções, bem como da forma de vida e do habitat do ser, como podemos constatar em sua descrição sobre a existência dos diferentes tipos de bicos em aves (MARTINS, 2015).

Os bicos das aves, como suas pernas, variam com seus modos de vida. Pois em algumas o bico é reto, em outras é curvo. É reto naquelas que o usam apenas para comer; curvo, naquelas que vivem de carne crua. Pois um bico curvo é uma vantagem na luta; e essas aves devem, é claro, obter seu alimento dos corpos de outros animais, e geralmente de modo violento. Nas aves que vivem nos charcos e que são herbívoras, o bico é largo e achatado, sendo esta a forma mais adequada para escavar, coletar e puxar as plantas. Em algumas dessas aves dos pântanos, no entanto, o bico é alongado, e também seu pescoço, porque a ave coleta seu alimento abaixo da superfície da água (ARISTÓTELES, *De Partibus Animalium*, livro 4, cap.12, 692^b 22-693^a 24 apud MARTINS, 2015, p. 80).

Uma vez que na natureza tudo teria um motivo e uma função, o órgão visava atender a uma função no corpo e jamais o inverso. Desse modo, Aristóteles acreditava que o que diferenciava os seres vivos dos não vivos era o calor vital⁶ e a alma. O crescimento e a alimentação eram as propriedades que transformavam o alimento em função e órgão, desenvolvendo e crescendo (MARTINS, 2015). Assim, Aristóteles definiu vida como: “Alguns corpos naturais possuem vida, outros não. Por vida entendemos nutrição e crescimento (com seu correlativo, o desenvolvimento)” (ARISTÓTELES, *De anima* II.1, 412a14-15 apud MARTINS; MARTINS, 2007, p. 408).

⁶ Calor vital é o parâmetro para avaliar o desenvolvimento de um ser. Portanto, trata-se do principal agente de mudanças no mundo orgânico (ARIZA; MARTINS, 2010).

Ariza (2010) complementa que a classificação dos seres vivos proposta por Aristóteles foi reflexo tanto de sua metodologia sistemática de observação e descrição a partir da interferência direta na natureza, quanto dos relatos de viajantes e pescadores. Muitos dos animais descritos por Aristóteles não eram endêmicos de sua região como algumas espécies de camelos e elefantes que ele descreveu tão bem (MARTINS, 2015). Papavero et al (2000), apontam que Alexandre Magno pode ter contribuído muito na abrangência do conhecimento de Aristóteles acerca de seres vivos exóticos. Stoeber (1794) relata que Alexandre ordenou que um grande número de animais curiosos fosse trazido para que Aristóteles os descrevessem. Devido à expansão de seu império, Alexandre teria enviado muitos homens pela Ásia e Grécia recolhendo espécies e relatos. Plínio também descreve o caso: “todos aqueles que caçavam, pescavam e capturavam aves como meio de vida, e aqueles que se ocupavam de viveiros, rebanhos, apiários, piscinas e aviários” deveriam ser visitados (PLÍNIO, *Hist. Nat.* VIII, xii, apud PAPAVERO et al, 2000, p. 93).

A relação de Aristóteles com Alexandre Magno pode ser explicada pelo que Japiassu (1991) salienta acerca da afeição dos príncipes pela ciência. Para o autor, o combate ao tédio advindo do poder supremo era efetivado pela relação de amizade e benefício entre príncipes e sábios. Estes últimos, apresentando o saber, tornavam-no recurso produtivo contra o ócio.

Desse modo, o processo de classificação de Aristóteles resultou de uma comparação de características comuns entre os seres vivos estudados. Mas até mesmo características não observáveis poderiam ser deduzidas e o indivíduo enquadrado numa determinada classe. Papavero et al (2000, p. 99) exemplificam: se um “cão tem pelos” e “todos os animais com pelos são mamíferos, logo o cão é um mamífero”. Assim, a característica “aquele que *mama*” fica subentendida nesse método de encaixamento de classes chamado silogismo.

Dentre os princípios classificatórios utilizados por Aristóteles para os seres vivos estão: a presença de sangue vermelho e o tipo de reprodução. Mayr (1998) explica que a importância prestada por Aristóteles ao sangue deveu-se às suas propriedades. O sangue era quente e úmido e o “calor situava-se acima do frio, e o úmido acima do seco” (MAYR, 1998, p. 179). Combinações entre os atributos da matéria.

No grupo de animais com sangue foram subdivididos os vivíparos, as aves e os ovíparos. Observe que tais divisões são o que hoje consideramos como: mamíferos, aves, répteis, anfíbios e peixes, respectivamente. Animais sem sangue, por sua vez, foram divididos em quatro grupos tendo como critério as propriedades físicas de seu corpo. “Os animais sem sangue podem ser divididos em vários gêneros. [...] chamados “moluscos” [...], crustáceos [...]. [...] o dos *ostracodermas*. [...] A esse gênero pertencem o caramujo e a ostra. O quarto

gênero é o dos insetos [...]” (ARISTÓTELES, *Historia Animalium*, livro 4, cap. 1, 523^b 2-20 apud MARTINS, 2015, p. 103-104).

As plantas também foram consideradas por Aristóteles, que adotou uma escala gradual de perfeição ascendente em direção aos animais mais complexos. Assim, encontrou nas funções vitais de alimentação e crescimento o princípio que se aplicava a todos os seres vivos. Contudo, o termo *scala naturae* só foi inserido muito tempo depois na História Natural (ARIZA, 2010).

[...] depois das coisas sem vida, na escala ascendente, vêm as plantas, e algumas das plantas diferem das outras por sua aparente vitalidade. Todas as plantas, embora sejam desprovidas de vida quando comparadas com os animais, são dotadas de vida quando comparadas com outros corpos. De fato, como já foi indicado, observa-se nas plantas uma escala ascendente em direção ao animal. Assim, no mar, há certos objetos em relação aos quais uma pessoa fica perdida para determinar se são animais ou vegetais. Por exemplo, algumas dessas coisas são fortemente enraizadas e morrem quando arrancadas [...]. (ARISTÓTELES, *Historia Animalium*, livro 8, cap. 1, 588^b 4-22 apud MARTINS, 2015, p. 104).

Na concepção de Aristóteles, ao serem comparadas com os animais, as plantas seriam desprovidas de vida. Em sua visão de mundo, a presença ou ausência da alma, especificamente tipos de almas diferentes conforme as funções vitais de cada tipo de ser vivo seria o critério que diferenciava os seres vivos dos não vivos. Sendo assim, as plantas, por conterem a alma mais simples, eram desprovidas do aspecto vital que tão bem distinguia os animais. Em síntese, as coisas sem vida não possuíam alma, essas coisas seriam seguidas pelas plantas cuja alma seria nutritiva devido ao fato de nutrirem-se e crescerem. Esta alma seria também a mais simples e, portanto, propriedade básica de todos os demais seres vivos.

Na sequência da escala ascendente em direção à perfeição estariam os animais cuja alma era considerada sensível, ou seja, além de possuírem as propriedades de nutrição e crescimento também reagiriam a estímulos sensoriais. Posteriormente, foram distribuídos aqueles animais cuja alma era considerada desiderativa, possuindo vontades e desejos. Estes foram seguidos dos animais de alma locomotora ou aqueles que se movimentavam e, por fim, o ser humano, o mais perfeito na escala uma vez que, além de todas as outras almas, seria o único a possuir a alma racional (ARIZA, 2010; MARTINS, 2015).

1.5 A classificação aristotélica não é um método para a Biologia.

A classificação a qual Aristóteles submeteu os seres vivos está longe de ser perfeita. Poderia até ser considerada como “as classificações”, pois ora usava um critério para realizar agrupamentos, ora outro, gerando distintas classificações. Fosse qual fosse o critério, em algum momento as incongruências surgiam ficando difícil tornar seu sistema totalmente natural (PAPAVERO et al., 2000). O termo natural para Aristóteles significava uma classificação pelas essências dos seres. Como consequência, encontra-se em Aristóteles uma multiplicidade de métodos que caracterizam a polissemia do ser frente ao conhecimento em sua concepção. A ciência para o filósofo significava saber *o quê* e *o porquê* das coisas. Desse modo, o racionalismo que hoje é caracterizado como tendo seu nascimento com o iluminismo desconsidera que muito antes, ainda na Grécia antiga, a razão, o intelecto e o abstrato eram formas de racionalismo inauguradas com os sistemáticos métodos de Aristóteles (BERTI, 2002).

Tosi (2003) caracteriza sete métodos ou formas de racionalidade em Aristóteles. Para o filósofo, a natureza do assunto direcionava o método a ser usado. Assim, a apodíctica é o método que melhor explica o estudo dos seres vivos feito pelo grego.

Caracterizada pela demonstração, a apodíctica também é assegurada pelo silogismo, ou seja, o discurso e o raciocínio. Tal método conta com a concatenação, a sequência, o conjunto dos discursos, o raciocínio, a argumentação e a dedução. É eficiente para tratar de situações não demonstráveis onde as premissas definem e dizem o que tal coisa é e a essência correspondente a ela. Usam-se também pressuposições ou hipóteses. Aristóteles teria inaugurado em sua época o método demonstrativo. Para o filósofo, definir uma essência exigiria mobilizar a inteligência e resultaria de um processo investigativo, não sendo, portanto, uma apreensão imediata. O processo investigativo se move do concreto ao abstrato tendo como etapas a sensação, a recordação, a experiência/ repetição, e a universalização do caso particular, nos explica Berti (2002).

Botter (2009) nos dá um exemplo de como Aristóteles classificou os peixes a partir do processo de premissas que definem o ser vivo e sua essência.

[...] A forma e causa final dos peixes é viver na água, nadar. A essência dos seres naturais é a alma ou uma parte da alma, ou seja, sua forma. [...] São em geral as partes que dirigem o crescimento, o movimento e a percepção. O corpo do peixe consiste nas partes necessárias ao animal para viver no seu próprio *habitat*. As partes necessárias ao animal para viver no seu próprio *habitat* são caracterizadas por um conjunto de propriedades, por exemplo, as brânquias no lugar dos pulmões, olhos úmidos, sem sobrancelhas e capazes de ver objetos distantes, língua pequena, dentes afiados. [...] A definição completa será: dado que o habitat no qual o peixe vive é a água, e o *bios* do

peixe é nadar, o peixe é um animal com brânquias, olhos úmidos, sem sobranças e capazes de ver objetos distantes, língua pequena e dentes afiados. A definição completa pode ser desmembrada num silogismo demonstrativo: *P*: a essência dos animais aquáticos exige brânquias no lugar dos pulmões. *p*: o peixe vive e se reproduz na água. *c*: o peixe é o animal com brânquias no lugar dos pulmões. O mesmo silogismo pode ser formulado para as outras características essenciais do peixe (BOTTER, 2009, p.460-461).

Portanto, o silogismo é uma “máquina demonstrativa”, consideram Papavero, et al (2000). O método pressupõe a inclusão ou exclusão de classes dentro de outras classes. Para Aristóteles, na classe gênero (*genos*) encontravam-se as características comuns dos seres vivos e nos subgêneros as características próprias de um ou outro ser. A espécie ou *eidos* representava a síntese dessa identificação. Desse modo temos: gênero “mortalidade”, subgênero “racionalidade”, como síntese, a espécie enquadrar-se-ia nas classes, é mortal e racional (PAPAVERO, et al, 2000).

Segundo discutem Papavero, et al (2000), Aristóteles não objetivava produzir uma classificação útil para os seres vivos, mas entender os problemas aos quais esses seres pertenciam. Essa hipótese é justificada pelos autores, pois, se criasse de fato um sistema taxonômico, Aristóteles estaria dando ênfase à causa material e jamais chegaria à causa final das coisas, que era sua meta intelectual. Presumem também que a classificação fosse o resultado preliminar dos dados coletados com o fim de entender as causas. De modo similar, Wilkins e Ebach (2014) argumentam que Aristóteles não estava envolvido com uma classificação na Biologia ou para qualquer área em específico e que é preciso saber distinguir quando ele trabalhou com metafísica e quando trabalhou com História Natural.

Diferentemente de Platão, Aristóteles não buscava a ênfase no homem, e também não se preocupou com a sociedade quando classificou os seres vivos. Ele pensou a sociedade e fez críticas à constituição das cidades-estado gregas, propondo formas políticas para a época, mas suas obras estão bem delimitadas e o assunto não percorre todas elas, como parece ser em Platão. Assim, é comum atribuímos a ele os princípios da Biologia devido às suas contribuições para o entendimento dos seres vivos e dos aspectos da classificação que permearam na prática de alguns naturalistas até os séculos do Iluminismo, mas não podemos afirmar que ele buscava delimitar uma ciência natural. Todo corpo de reflexões e estudos de Aristóteles encontra-se num período e contexto que permitia o estudo de uma vasta gama de temas. Ele mesmo considerava como distintas apenas três ciências: física, matemática e filosofia, afirma Allan (1970 apud ANDERY; MICHELETTO; SÉRIO, 2012c).

Balme (1987) explica que se comparadas, tanto em Platão, quanto em Aristóteles a classificação era um instrumento, um método para “definir - para rastrear um determinado objeto e descobrir exatamente o que é” (BALME, 1987, p. 70 - tradução nossa). Portanto, a definição era a chave da essência. Pellegrini (1987, p. 313 – tradução nossa) reforça que “não há espaço para nenhuma taxonomia de animais no projeto biológico aristotélico”. A classificação seria então um dos muitos tipos de métodos para a investigação da natureza. Aristóteles mesmo fez essa defesa: “é preciso haver tal tipo de regras, por referência às quais se pode apreciar o modo daquilo que é exposto, à parte do ‘como se tem a verdade, se é assim ou de um outro modo’” (ARISTÓTELES, *As partes dos animais*, cap.1, 639^a 15 apud ANGIANI, 1999, p. 17).

Apesar de não ter sido esse o objetivo de Aristóteles, seu legado classificatório serviu para além de método, como modelo estrutural para se organizar os seres vivos tendo em vista principalmente sua morfologia. Fato que percorreu muitos séculos.

Todos os filósofos da Grécia antiga preocuparam-se em maior ou menor medida com a natureza. Natureza esta que tem como sinônimo a diversidade, não apenas de viventes, mas de objetos e fenômenos. Mas a natureza, objeto de conhecimento da Grécia antiga, admitia dois sentidos distintos. O primeiro diz respeito à sua ontologia, ou seja, o que ela é, o que contém e como é formada. O outro sentido que também preocupou os filósofos consistia na natureza das coisas, ou seja, as essências. Dito de outro modo, “entre outras capacidades, ter a competência de compreender cientificamente a Natureza faz parte da razão. A possibilidade da Ciência e do conhecimento na Natureza pertencem, então, à natureza humana” (KESSELRING, 2000, p. 157).

Na preocupação com a ontologia da natureza, aspectos como a criação, a finalidade, o papel, o destino, as causas e as relações que estabelecia com o resto do mundo parecem ter cumprido a função de descoberta de leis, princípios e fins. Estes princípios foram ao longo dos séculos dessa civilização ora marcados por uma ou mais entidades superiores (Deuses), ora objetivados na racionalidade, por meio de causas materiais e finais. Embora a teleologia abordada por Platão e Aristóteles tenha sido abandonada no período helenístico imediatamente após a fusão cultural da Grécia com o oriente, percebemos que conhecer as causas reais das coisas visando explicar os fenômenos do mundo ainda estava arraigado às suas formas de pensamento.

Epicuro, por exemplo, ao criticar o saber mítico, apontou a necessária busca pelo conhecimento dizendo que “Não [se] pode afastar o temor que importa para aquilo a que damos maior importância quem não **saiba qual é a natureza do universo** e tenha a

preocupação das fábulas míticas. Por isto não se podem gozar os prazeres puros **sem a ciência da natureza**” (EPICURO, *Antologia de textos de Epicuro*, p. 21, apud ANDERY; MICHELETTO; SÉRIO, 2012d, p. 109- destaque nosso).

A ciência ou o conhecimento acerca da natureza e a busca pela natureza das coisas contidas no discurso de Epicuro caracterizam os dois sentidos que demarcamos, sendo este último o campo do conhecimento caracterizado em muitas das filosofias gregas de alma ou essência. Ou seja, aquilo que faz de determinado ser aquilo que é. Essa natureza está relacionada aos seres que possuem vida, portanto, não são todos os componentes da natureza que carecem de conhecimento acerca de sua natureza. A natureza do ar, por exemplo, e dos outros elementos não são objetos de atenção, pois se constituem desde o começo como princípios da natureza e tendem a assumir seu movimento e locais naturais. “[...] objetos pesados tendem para baixo, objetos leves (como o fogo) tendem para cima” (KESSELRING, 2000, p. 156).

A natureza como coisa em si, repleta de seres animados e inanimados, bem como fenômenos é, portanto, objeto de conhecimento de todos os filósofos. A relação estabelecida entre eles se altera constantemente devido à efervescência dos métodos de contemplação, de explicação e de concepções de mundo guiadas ou não por divindades mitológicas. A relação também se altera na medida em que se pensa na natureza enquanto tal e quando se pensa na natureza dos seres que a habitam.

Nesse sentido, o fato de Aristóteles exercer tanta influência na Biologia, não se restringe apenas às suas inúmeras e inestimáveis contribuições para o entendimento dos seres vivos. É preciso pontuar que a herança científica cultivada por nós é ocidental, e há um claro apelo valorativo na ciência produzida pelas antigas civilizações ocidentais em detrimento das orientais. Papavero et al (2000) citam, por exemplo, tipos distintos de classificação dos seres vivos efetuados por povos sumérios, babilônios além de indianos que são quase, senão totalmente, desconhecidos por nós. Do mesmo modo, nada disso é mencionado nos livros que são utilizados na escolarização, salvo quando essas informações são trazidas como curiosidades. Um exemplo concreto do apagamento da civilização oriental na produção de conhecimentos biológicos é o referente à circulação sanguínea.

É comum associarmos a descoberta da circulação sanguínea na História da Biologia somente ao médico britânico William Harvey no século XVII. No entanto, conforme mostram Uribe, et al (2010), o percurso do sangue pelos vasos até os pulmões regressando ao ventrículo esquerdo já era explicado pelo médico árabe Ibs Al-Nafis no século XIII. Como aludem os autores, “estas ideias não foram reconhecidas até serem traduzidas ao latim pouco

antes de Servet e Colombo as manifestarem, coincidência ou reprodução da ideia de Ibn Al-Nafis?” (URIBE et al , 2010, p. 83 – tradução nossa).

É preciso considerar ainda que o sistema de pensamento em uso em uma dada sociedade em detrimento da outra é bastante diferenciado. Se contrastarmos a Grécia e a China, por exemplo, veremos que as visões de mundo, e particularmente da natureza, eram distintas. A matéria, que tanto preocupou os gregos, também foi objeto de indagações dos chineses. Enquanto os gregos trabalhavam com quatro elementos (terra, ar, água e fogo) os chineses consideravam cinco elementos materiais: terra, água, madeira, metal e fogo. Diferentemente dos gregos, os chineses não consideravam esses elementos como substâncias imóveis, pelo contrário, fluíam em eterna mudança (BALDATTI; DEL FRANCO, 2004).

O fato de a influência ocidental ser mais pronunciada na ciência tem como precedente ainda o lugar ocupado pela religião em nossa cultura. Diferentemente dos orientais que lidam com filosofias de vida, e, que em alguns casos também se desenvolvem em religião, o ocidente encontra-se, desde os tempos mais remotos, impregnado por visões de mundo próprias de um racionalismo vinculado na ética religiosa e econômica (BALDATTI; DEL FRANCO, 2004). Em outras palavras,

Os autores citados [...] atribuíram uma importância enorme ao fato de que no pensamento chinês esteve ausente a ideia de um criador superior, cuja racionalidade garantisse aos homens o entendimento racional do mundo por ele criado. Essa ideia, ausente no oriente, levou o ocidente à procura de deus através da compreensão das leis que governam o funcionamento do mundo. [...] O século XVII, que começou procurando Deus no universo, acabou excluindo-o completamente. A nova ciência chamou a dar um passo fora da natureza para logo materializá-la; reduzi-la a unidades cartesianas de medida para chegar a ter um conhecimento definitivo e útil dela (BALDATTI; DEL FRANCO, 2004, p. 89).

Associado a esse fato, o respeito às obras gregas também provém de uma herança religiosa advinda da interpretação de Santo Agostinho (354 d. C. a 430 d. C.), retórico e filósofo da Igreja que exerceu muita influência em toda a cultura ocidental. Ademais, as obras clássicas traduzidas e originais, ao chegarem à Europa vindas em grande parte pela navegação, provocaram contrapontos na sociedade entre o que era progresso e o que era pagão, explica Alfonso-Goldfarb (1994).

A redescoberta das obras de Aristóteles sobre os seres vivos, por exemplo, não só corroborou alguns conhecimentos, como alertou para outros ainda não percebidos. Tanto é assim que, por muito tempo, a ciência não viu outra forma de organizar os seres vivos que não fosse como Aristóteles fizera. Desse modo, muito embora a estrutura conceitual de Aristóteles

não fosse aplicada nos séculos seguintes, a estrutura organizacional dos seres era. Não é de se estranhar que o respeito a seus escritos tenha se mantido por muitos séculos. Isso também justifica a relação atribuída a novos sistemas classificatórios propostos, como o de Lineu no século XVIII, à estrutura aristotélica, como veremos no próximo capítulo.

É interessante notar que nem mesmo a literatura é clara sobre o papel de Aristóteles na Biologia. Todos são conscientes de sua importância, mas enquanto alguns autores lhe atribuem o status de patriarca dessa ciência, outros ponderam que não devemos considerá-lo criador da Biologia, não somente porque ele não cunhou ou usou tal expressão, já que ela nasceu muitos séculos depois e com contornos sociais e científicos bem característicos, como também ele era um filósofo plural. Ou seja, Aristóteles discutia sobre vários assuntos, como era comum em seu tempo, e a História Natural foi apenas um de seus mais profundos interesses. No entanto, “Aristóteles nunca tentou estabelecer uma taxonomia consistente e sistemática de animais em seus escritos zoológicos” (MÜLLER-WILLE, 2013, p. 311).

Aristóteles é um importante precursor das classificações que conhecemos e deve ser retratado como tal, principalmente no ensino, destacando como via os organismos e porque os organizava do modo que fazia. Entretanto, deve-se ter clareza que o grego não propôs um método para classificar os seres vivos na Biologia, seria anacrônico⁷ retratá-lo desta forma. A estrutura que criou refletia um modo de pensar o seu mundo, em sua época, observando e generalizando o que encontrou. Diferentemente das classificações posteriores, Aristóteles não vislumbrava um motivo para construir uma classificação, mas de certa forma ela refletiu a natureza, função e forma dos organismos, principalmente nas classes que ainda hoje permanecem como mamíferos, aves e répteis, por exemplo.

⁷ Anacrônico é um termo utilizado na História da Ciência e significa olhar, analisar ou interpretar um determinado fato antigo a partir de perspectivas atuais, ou seja, contrariando seu contexto.

CAPÍTULO II

**O ESSENCIALISMO DE LINEU⁸ E A REPERCUSSÃO DESSA CONTROVÉRSIA
NA BIOLOGIA.**

Como vimos no capítulo anterior, nem Platão e, muito menos Aristóteles, teriam proposto classificações para a Biologia. No entanto, a organização que Aristóteles fez para o estudo das causas dos seres vivos e não vivos, segundo as propriedades que considerou essenciais nesses seres, serviu como modelo de classificação por muitos séculos, ao menos para a cultura ocidental. A referência a essa tradição escolástica de classificação foi um dos motivos pelos quais a literatura da primeira metade do século XX atribuiu a Lineu o título de essencialista. Atribuição que permanece viva na literatura ainda no século XXI e que, junto a outros argumentos, justificaria o abandono do sistema classificatório lineano na Biologia.

Neste capítulo apresentamos, com o auxílio de obras originais de Lineu e fontes secundárias provenientes de estudiosos da vida e do trabalho do sueco, bem como de historiadores e filósofos da Biologia, as recentes discussões da problemática envolvendo Lineu e o essencialismo, procurando responder se a classificação biológica lineana seria mesmo fundamentada no essencialismo platônico ou aristotélico. Para isso serão apresentados aspectos da vida e do trabalho classificatório de Lineu de modo que se possa alcançar o objetivo proposto.

2.1 Carl von Linné: contexto de vida.

Carl Linnaeus (ou Carolus Linnaeus, em latim) nasceu no ano 1707 em uma província ao sul da Suécia chamada Småland (PRESTES; OLIVEIRA; JANSEN, 2009). Sendo filho e neto de luteranos, Lineu teve acesso privilegiado à educação diante de um contexto social que não favorecia essa formação. A região tinha um índice populacional pequeno acometido por pragas, mortalidade infantil além da perda de jovens em batalhas europeias, de modo que a expectativa média de vida não ultrapassava a faixa dos 34 anos (REID, 2009).

Dependia-se diretamente da natureza para a alimentação, vestuário, abrigo, tratamento medicinal, etc. Saber reconhecer os animais, plantas e rochas era imprescindível. Essa atitude pragmática permitia distinguir plantas comestíveis das selvagens ou mesmo venenosas, não apenas para o cuidado com a família, mas também para a criação dos animais. Além disso,

⁸ Adotamos neste trabalho o nome Lineu, em português, salvo quando em citações, nas quais será utilizada a atribuição dada pelo autor do trabalho (seja Linnaeus ou Linné).

invernos intensos, verões curtos, incêndios agrícolas, perdas na colheita e saneamento inadequado eram algumas das causas que agravavam a fome, a dieta pobre em nutrientes, as doenças e epidemias e os problemas dentários na época, acrescenta Reid (2009). Algumas dessas preocupações, como veremos, estiveram presentes nos trabalhos de Lineu com a botânica.

Lineu iniciou seus estudos em gramática com um médico e professor de ciências chamado Johan Rothman que teria também o incentivado a estudar botânica (REID, 2009). Mas a influência pode ter vindo de casa já que seu pai era um apaixonado jardineiro e chegou a cultivar mais de 400 espécies de flores, todas estrangeiras, em seu próprio quintal (STOEVER, 1794). Este professor também teria sido responsável em convencer os pais de Lineu da importância da carreira médica ao invés da teologia. Assim, com 21 anos, Lineu cursava medicina na Universidade de Uppsala próximo a Estocolmo e, aos 34 anos, conquistou a posição de professor de medicina e botânica. Acredita-se que o destaque profissional de Lineu também se deva a um casamento influente e ao patrocínio dos reis da Suécia. Em 1757, com 50 anos de idade, Lineu recebeu o título de nobreza alemão e seu nome passou a ser conhecido como Carl von Linné (REID, 2009). Mas, diferente do que possa parecer à primeira vista, Lineu teve inúmeras limitações financeiras e profissionais até alcançar o status que o consagrou, conforme relata Stoever (1794).

Lineu foi fortemente influenciado pela teologia luterana que na época também penetrava na economia, no trabalho e na academia. Ao mesmo tempo, vivenciava-se o início da Revolução Científica, o que preconizou a indagação crítica e livre de amparos religiosos para explicar o mundo. Devido à primazia da teologia no ambiente acadêmico, a ciência era permitida com certas moderações em círculos sociais, culturais e profissionais. Mas Lineu parece não ter tido problema em desafiar normas, como fizeram muitos de seus antecessores e sucessores. Lineu chegou a ter sua ortodoxia questionada por colegas teólogos e foi acusado pelo arcebispo luterano de Uppsala. Aqueles interesses botânicos expressos por muitos naturalistas guardavam em segredo uma teologia natural bem particular. Assim teria feito Lineu. Se por um lado citava um Deus criador em muitas de suas obras, por outro, cultuava uma doutrina criacionista modificada, tendo a natureza como governada por leis físicas e naturais, doutrina filosófica proposta pelo alemão Christian von Wolff (REID, 2009).

Dietrich Heinrich Stoever, um dos primeiros biógrafos de Lineu que contou com relatos de amigos próximos e de alunos ainda vivos do sueco, discute que, apesar das saudosas menções religiosas em seus trabalhos, as obras de Lineu foram consideradas heréticas e materialistas por Roma, resultando na inclusão dessas obras no catálogo de livros

proibidos em 1758. Por esse motivo, não houve impressões ou vendas, diante do risco de serem confiscadas ou queimadas publicamente, decisão posteriormente contestada pelo Papa Clement XIV (STOEVER, 1794). Reid (2009) complementa que Lineu pode ser considerado não conformista religioso ou “livre pensador”.

Lineu encontrou na ciência algumas das suas principais influências: Isaac Newton, a quem inspirava-se para a construção de um sistema botânico e zoológico de mesma profundidade e sucesso que o “Principia Mathematica” (1687); René Descartes, do qual adotou o modelo científico para os argumentos biomecânicos contidos em sua tese defendida em 1735; John Ray e Robert Boyle, dos quais concebeu a ideia de autorregulação da natureza, por meio da qual tudo tem uso e é reciclado (REID, 2009); e, de Tournefort, teve suas primeiras incursões à ciência botânica, ainda enquanto jovem pupilo. Mas, outros muitos foram motivos de sua inspiração, alguns dos quais foram homenageados em forma de nome de plantas (STOEVER, 1794). Lineu também “pode ser visto como um proponente da história natural baconiana” na medida em que “se baseou em procedimentos de recolha de fatos indutivos”, da consciência que “o material empírico viria pouco a pouco, dia-a-dia, reunido como era por numerosos correspondentes”, de modo que “ele tinha que acomodar seus próprios métodos de trabalho a esta realidade” (MÜLLER-WILLE; SCHARF, 2009, p. 21-22-tradução nossa).

Visando avançar nos estudos botânico, zoológico, geográfico e geológico, além de fortalecer a economia, Lineu viajou pela Suécia e Europa Ocidental publicando posteriormente seus relatos de viagem à Lapônia, norte da Escandinávia, Öland e Gotland, ilhas suecas localizadas no mar Báltico, acompanhados de descrições etnográficas. Novas políticas do governo sueco contribuíram com a economia, indústria e comércio alavancando também o estudo das ciências físicas e aplicadas em Uppsala. Não foi ao acaso que, durante sua viagem à Lapônia na Finlândia, Lineu tenha se interessado pela produção e pesca de ostras de água doce, onde também constatou o desperdício de mexilhões para a coleta de poucas pérolas. Mais tarde, dedicou-se pessoalmente à criação de moluscos bivalves e à produção de pérolas a partir de técnicas chinesas, complementa Reid (2009). Lineu queria impulsionar a economia sueca (MÜLLER-WILLE; CHARMANTIER, 2012).

Linnaeus lamentou que a Suécia tivesse que importar tantos bens de luxo de países exóticos: café, tabaco, chá e seda. Ele acreditava que deveria ser possível cultivar as mesmas plantas na Suécia, ou, na sua falta, para substitutos da culinária. Parte do projeto de Linnaeus foi, portanto, aclimatar plantas exóticas ao solo sueco, e em particular aos duros invernos suecos. Em sua busca, por outro lado, Linnaeus deixou-se guiar pela convicção de

que plantas do mesmo gênero ou "ordem natural" também tendiam a compartilhar as mesmas propriedades medicinais. Daí a sua catalogação botânica trabalho foi estreitamente interligados com estudos sobre a distribuição geográfica, as necessidades ecológicas, e usos econômicos e farmacêuticos das plantas (MÜLLER-WILLE; CHARMANTIER, 2012, p. 12-tradução nossa).

Lineu foi médico, agricultor, agrimensor, além de praticante do ordenamento das coisas. Tinha vasto interesse na medicina moderna, farmacologia, biologia aplicada, comportamento e relacionamento entre as espécies. Como médico, dedicou-se ao estudo da medicação natural proveniente principalmente de plantas. Preocupou-se com a economia agrícola, com o controle biológico de pragas e com as perdas nas colheitas e suas repercussões econômicas, tecnológicas e humanas. Em decorrência, procurou cultivar inúmeras espécies de interesse alimentar como açafrão e arroz, que normalmente não cresceriam na Suécia (REID, 2009). “Linnaeus esperava que a caracterização de gêneros e ordens naturais o ajudasse a encontrar substitutos domésticos de espécies valiosas de plantas que deviam ser importadas de países exóticos” (MÜLLER-WILLE, 2013, p. 316-tradução nossa). Além disso, criou e domesticou animais além de selecionar artificialmente gados, percebendo a variação na aparência dos descendentes, o que contribuiu com o declínio de sua visão fixista acerca das espécies. Contribuiu também com a pesquisa internacional fomentando viagens expedicionárias a seus 17 alunos, considerados apóstolos, por vários lugares do planeta, por meio dos quais também recebeu inúmeras espécies representativas de toda parte (REID, 2009).

É interessante observar a origem do nome *Linnaeus*. Não foi um sobrenome herdado originariamente da genealogia do pai ou avô como comumente vemos. O nascimento de Lineu, coincidentemente ou não, inaugura um novo sistema de nomear humanos, inspirado na natureza. Essa mudança ocorreu no século XVIII em virtude do desenvolvimento das cidades, aumento gradativo da população e novos arranjos sociais, trabalhistas, educacionais, entre outros aspectos. O novo sistema substituiu o patrilinear, que atendia as demandas dos séculos XVI e XVII devido à característica das aldeias representada pelo conhecimento mútuo de seus moradores e o estabelecimento das famílias, discute Reid (2009). Portanto, Nils Ingemarsson, pai de Lineu, um camponês amante da jardinagem e pastor local, optou por proceder como muitos vinham fazendo na Suécia do século XVII, mudando o nome familiar de acordo com sua profissão. Para isso, emprestou o nome de Lindelius ou Tiliander, proveniente de uma árvore conhecida da região e que significa algo em torno de árvore-homem, ou árvore elevada. Sobrenome este que consagrou Lineu (STOEVEER, 1794).

Lineu faleceu em 1778, aos 71 anos, vítima de três acidentes vasculares cerebrais consecutivos ao longo dos três últimos anos de vida, que se acredita ter relação com o excesso de uma proteína no sangue e às doenças periodontais sem tratamento na época. Suas cinzas estão enterradas na catedral de Uppsala (REID, 2009).

2.2 O método em Lineu.

Antes de Lineu criar um método para classificar os seres vivos muitos outros sistemas classificatórios já haviam sido propostos na História Natural. A classificação das plantas, por exemplo, remonta principalmente a Teofrasto (372-287 a.C.), discípulo de Aristóteles, que em sua obra “*Historia Plantarum*” agrupou-as de acordo com o habitat e porte, estabelecendo as ervas, os arbustos e as árvores (GOMES-DA-COSTA, 2010) e considerando também sua periodicidade anual, bienal ou perene (SUBRAHMANYAM, 2009). Posteriormente, foi necessário um agrupamento botânico que contemplasse as plantas cujas propriedades farmacêuticas ou medicinais fossem semelhantes e úteis. Em meados de 1450, traduções e manuscritos sobre plantas e escritos de séculos anteriores foram impressos desencadeando o interesse também pela identificação das plantas, o que fez surgir escolas médicas na Europa e cátedras de botânica na Itália nas três primeiras décadas do século XVI (MAYR, 1998).

Influenciados pela tradição e estudos médicos que sucederam do século XVI, os alemães Otto Brunfels, Leonhart Fuchs e Hieronymus Bock contribuíram com a futura separação da disciplina botânica da grade curricular em cursos de medicina. Independentemente, cada um descreveu inúmeras novas espécies, defendeu a manutenção dos nomes clássicos dados às plantas medicinais, confeccionou lista com vocabulário de termos botânicos, sua localização geográfica, e realizou a identificação das afinidades entre as espécies, além de organizar herbários⁹ em ordem alfabética. Mas, acima de tudo, estes pesquisadores realizaram ilustrações de muitas espécies (IOWA STATE UNIVERSITY, 2013). O critério de Brunfels na divisão das plantas se dava a partir da ideia de perfeição ou imperfeição. A perfeição estava associada à presença de flores e a imperfeição à ausência delas (SUBRAHMANYAM, 2009). Diferentemente, Caspar Bauhin, na obra “*Pinax*” (1623), juntamente com seu irmão Jean Bauhin, inauguraram uma “atitude empírica. Já não se

⁹ O termo herbário não deve ser entendido da forma atual. Os herbários a que nos referimos no período medieval dizem respeito aos manuscritos de botânicos. Portanto, tratam-se de obras ilustradas acerca de plantas, sua identificação e descrição. Na época eram os jardins botânicos dos museus que mais se aproximavam das coleções de espécies. Já o termo herbário ou exsicatas como conhecemos hoje trata-se de coleções de amostras de espécies seca de grande interesse acadêmico ou investigativo e foi assim concebido após os trabalhos de Lineu (ARBER, 1912; HENRIQUES, 1985).

satisfaziam meramente em copiar os escritos de Dioscórides e de Theophrasto; eles agora estudavam a planta *in natura* [...]” (MAYR, 1998, p. 186) ainda que com métodos distintos de identificação e organização.

Prestes, Oliveira e Jensen (2009) explicam que nos séculos XV e XVI os estudos sobre animais e plantas se intensificaram não só devido ao interesse no estudo direto à natureza, mas, principalmente, pelo acréscimo de espécies coletadas durante as grandes navegações rumo ao Oriente e ao Novo Mundo. Arber (1912) complementa que a botânica especulativa dos antigos gregos perdeu força para o árduo trabalho investigativo. Concomitantemente, as navegações permitiram conhecer espécies de organismos vivos distintos o que também propiciou novos estudos para entendê-los. Era um período de florescimento da ciência e a perspectiva aristotélica de observação, descrição e contemplação da natureza e de sua perfeição perdeu força com a Revolução Científica (SAITO, 2013; 2014). A influência da filosofia de Descartes, Bacon e Newton para a ciência trouxe o rigor matemático para definição de fenômenos naturais e influenciou também no ordenamento rigoroso dos sistemas físicos e naturais (DRURY JR. 1998; MÜLLER-WILLE; CHARMANTIER, 2012).

Caracterizam-se no período grandes herbários, jardins e navegações principalmente saindo da Inglaterra, não apenas visando refazer mapas náuticos, como também reforçar conquistas de terras distantes e coletar o máximo de espécimes animais e vegetais para compor os museus e coleções particulares (BROWNE, 2011). O interesse por esses objetos era mais uma das demandas de bens de consumo que se iniciou com a Revolução Científica e permaneceu nos anos 1800. Estudar a natureza significava recolher objetos físicos, nomear e exibi-los. Por isso, coleções de História Natural também tinham um valor social e comercial. O fornecimento de fauna e flora obtido ao redor do mundo por meio de navegações tornava os viajantes não apenas especialistas no assunto, mas também promoviam seu status na sociedade científica (BROWNE, 2011). Era o começo da distinção entre o cientista e o homem comum.

No século XVII destacaram-se os botânicos John Ray e Joseph P. Tournefort. Ray fez importantes acréscimos aos grandes grupos de ervas, árvores e arbustos, tendo considerado em sua obra “*Methodus Plantarum Nova*” (1682), como critério de classificação, o número de cotilédones existentes nas sementes das plantas angiospermas, formalizando esse critério taxonômico (SUBRAHMANYAM, 2009; UCMP BERKELEY, 2015). Seu contemporâneo, Tournefort, por outro lado, buscava um método, uma chave que permitisse caracterizar a diversidade das espécies. Nessa mesma época, no século XVII, a sexualidade das plantas passou a ser considerada a característica primordial para uma classificação natural,

principalmente por meio da consideração dos estames. Nehemiah Grew e Marcelo Malpighi foram outros dois grandes nomes do período. Ray acatou a ideia de Grew de que os estames equivaleriam aos órgãos masculinos das plantas e denominou os glóbulos contidos e liberados pelas anteras nos estames de “pólen”.

Enquanto isso, a classificação dos animais sofria um grande atraso na História Natural. A falta de técnicas adequadas de preservação juntamente com a curiosidade acerca das formas de sobrevivência e comportamentos observados nos espécimes animais vivos da natureza tornaram-se assuntos mais interessantes para o estudo dos animais do que para a classificação, assim a taxonomia das plantas avançou muito em relação à zoológica (MAYR, 1998).

A grande busca no mundo ocidental, imediatamente após o Iluminismo era pela descoberta de leis gerais tais como as constatadas na Física e na Mecânica. Entre os naturalistas não era diferente, buscava-se incessantemente que, por meio da classificação da diversidade, encontrassem-se tais leis no mundo orgânico. Isso explica a obsessão dos pesquisadores dos séculos XVII a XIX e que ocasionou descobertas de leis diferentes das esperadas, como as da hereditariedade e da ancestralidade, que se tornaram de grande importância para classificações futuras, complementa Mayr (1998).

Entre os cientistas envolvidos na classificação, anteriores e mesmo contemporâneos de Lineu, quatro grupos podem ser identificados conforme a atenção por eles prestada a algumas partes específicas da planta. “Os Sistemáticos Ortodoxos Universais organizaram todas as classes de vegetais por um método autêntico, tal como os *Frutistas*, os *Corolistas*, os *Calicistas*, os *Sexualistas*”, aponta Lineu (1736 apud PRESTES; OLIVEIRA; JENSEN, 2009, p. 111). Andrea Cesalpino seria do grupo dos frutistas e formava grupos de plantas baseando-se na posição do fruto e no número de suas sementes, a essa corrente eram adeptos também John Ray e Hermann Boerhaave. Os corolistas eram representados por Augustus Quirinus Rivinus e Tourneford. Já os calicistas eram tanto o próprio Lineu quanto Pierre Magnol. Por fim, Lineu denominava-se ainda sexualista e acrescentou como representante Vaillant, embora ele próprio não tivesse se caracterizado como tal. Foi Vaillant quem teria introduzido na botânica os conceitos como: estames, filamento, ovário e óvulo. Este pesquisador explicava a função da flor estabelecendo comparações entre os órgãos masculinos animais e os estames (PRESTES; OLIVEIRA; JENSEN, 2009).

Em sua obra “Os elementos da Botânica” (1775) Lineu fez uma distinção clara entre aqueles naturalistas interessados no estudo das plantas. Segundo ele, os metodologistas se preocupam com o arranjo dos vegetais e nomenclatura decorrente. Eles poderiam ser denominados de filósofos, sistematistas ou nomencladores. Os filósofos estariam preocupados

em demonstrar princípios racionais, conduzindo a botânica ao status de ciência. Eles poderiam ser divididos em retóricos, controversialistas e legisladores. Entre os controversialistas estariam Tournefort, Ray e Lineu, por apresentarem diferentes sistemas, disputando aceitação das obras publicadas.

Os sistematas, por sua vez, ordenariam as plantas em sistemas, estes poderiam ser ortodoxos ou heterodoxos. “Heterodoxos são aqueles que dividem o vegetal em um princípio diferente do corpo do fruto. Ortodoxos fundamentam-se no corpo do fruto. Eles apontam as coisas que estão presentes, então aquelas que estão ausentes tornam-se óbvias” (LINNAEUS, 1775, p. 12 - tradução nossa). Entre os ortodoxos estariam os calicistas e os sexualistas, categoria em que Lineu se colocou.

O terceiro e último tipo de metodologistas seriam os nomencladores que, ou levantam os nomes dados por diferentes autores às plantas, como fez Caspar Bauhin, ou, “escrevem dissertações críticas sobre o nome genérico e específico de plantas”, como o próprio Lineu (LINNAEUS, 1775, p.15 - tradução nossa). Portanto, esse era o panorama geral das preocupações dos pesquisadores na botânica na época de Lineu.

De todos esses nomes, foi o método de classificação botânica de Tournefort que adquiriu grande destaque durante o século XVII, mas que perdeu força no final do século seguinte quando Lineu ainda era estudante em Uppsala.

Lineu, com 27 anos, ao publicar “Flora Lapponica” (1737) já havia abandonado a soberania do sistema classificatório de Tournefort e descrito as flores observadas durante sua excursão à Lapônia com base nos órgãos sexuais. Embora não tenha sido notada ou mesmo reconhecida, dada a posição do autor ainda sem destaque na ciência, considera-se que, nesta obra, Lineu tenha iniciado uma reforma metodológica na ciência classificatória (STOEVEER, 1794).

Sébastien Vaillant, aluno de Tournefort, teria despertado em Lineu o incômodo quanto ao método de classificação utilizado até então, desencadeando nele a necessidade de um novo sistema. Até então o reino vegetal dividia-se segundo as partes e propriedades das plantas, de seus frutos, número de pétalas e de flores, mas Vaillant mencionou em sua obra um método baseado na forma e estrutura das flores. Quando Lineu teve acesso a esta obra, deixou de lado gradualmente a forma de se classificar com que havia aprendido ao longo dos anos, passando a examinar com mais atenção às demais estruturas florais, especialmente aquelas reprodutivas. Em Vaillant, aquelas estruturas parecem ter sido desconsideradas, mas atraíram a atenção de Lineu, o que lhe proporcionou a sugestão de um novo sistema que introduzisse uma melhor ordenação à divisão das plantas (STOEVEER, 1794).

Ao analisar outros sistemas classificatórios antigos, Lineu teria percebido a deficiência deles, e, por outro lado, a consistência de suas ideias (STOEVEER, 1794). Para Lineu, a botânica estaria cheia de erros, mas isso fazia parte do trabalho.

Em correspondência com o médico e naturalista Albrecht von Haller, em 1737, Lineu comentou algumas das deficiências e potencialidades dos sistemas classificatórios anteriores. Sobre Vaillant, “[...] Linnaeus confessa que nunca leu nenhum escritor que fosse mais preciso do que o Vaillant, que mais descobriu na botânica, que mais trabalhava. [...]”. Já o método contido nas obras de Ray teria sido retirado de Tournefort que deve o seu método a outros antes dele e estes, por sua vez, à Cesalpino. Sobre Tournefort, “Linnaeus admite que [ele] tem seus erros, mas nenhum sistema é mais natural que o dele”. Quanto ao “julgamento dos métodos de Boerhaave e Ray, Linnaeus concorda que suas classes são falsas, mas quer saber se há outras mais preferíveis” (THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, L0228 – tradução nossa).

O sistema de Lineu também tinha suas deficiências e ele sabia disso. Sobre a deficiência de seus caracteres botânicos, Lineu ressaltou, em 1737, que se tratavam apenas de descrições genéricas, e que, “quanto mais critérios e caracteres [forem] incluídos melhor será a descrição das espécies”. Os gêneros teriam sido criados com base em “todos os critérios que ele observou, para que [...] pudessem ser determinados de maneira confiável” (THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, L0191– tradução nossa). Nessa descrição, Lineu já aponta uma das diferenças do seu método quando comparados aos de outros autores.

Lineu convivia até então com um método que separava gêneros e espécies pela divisão lógica ou enquadramento em categorias arbitrárias. Espécies no respectivo gênero, gêneros na respectiva ordem estabelecendo-se concomitantemente “um único carácter pelo qual se podia distinguir dos seus congêneres”. Para Lineu, esse era um sistema ineficiente e artificial que gerava classificações problemáticas. “Em contraste, as definições naturais, ou ‘caracteres naturais’, como Linnaeus também os chamou, eram mais descritivas. Elas reuniriam todos os traços possíveis de uma espécie ou gênero, e não apenas alguns selecionados por seu valor diagnóstico” (MÜLLER-WILLE, 2006, p. 63-tradução nossa). Portanto, Lineu não fazia uso de uma característica essencial, mas procurava observar o máximo de caracteres que pudessem demonstrar alguma relação entre os espécimes em análise. Estaria nessa relação uma noção implícita de parentesco? Novas pesquisas são necessárias para trazer à luz essa discussão.

Outra característica que diferencia seu método diz respeito à opção por dar ênfase nas características sexuais das plantas. Lineu lamenta que outros naturalistas tenham se

“escandalizado pelas referências sexuais de seu método de sistematização recém-apresentado”. Diz que “escolheu o estame e os pistilos como bases para seu método, porque essas partes pareciam ter sido negligenciadas por outros botânicos. Ao fazê-lo, esperava contribuir com a ciência” (THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, L0173 – tradução nossa). Lineu demonstra nessa fala uma de suas críticas aos sistemas anteriores. Ao considerarem partes da planta como folhas, pétalas etc., os outros sistemas classificatórios agiam de modo arbitrário e muito distante de um método natural. Embora nem mesmo Lineu tenha conseguido alcançar um método realmente natural, ele acredita que chegou próximo, se comparado com sistemas anteriores. Ainda assim foi criticado (THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, L0177).

[Lineu] nunca chamou isso de um sistema natural. Pelo contrário, no *Systema Naturae*, p. 8, §12, escreveu que nenhum sistema de planta natural já foi construído, embora um ou dois possam ser mais naturais do que outros. Enquanto isso, um sistema artificial é necessário. E em *Genera Plantarum*, Prefácio, §9, escreveu que não nega que um método natural seria preferível, mas, entretanto, o sistema artificial deve ser usado (THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, L0166 – tradução nossa).

A possibilidade de uma reforma botânica a partir da consideração do sexo das plantas passou a fazer parte da mente de Lineu desde então, bem como as dificuldades em se introduzir novas ordens. A amizade e trabalho conjunto com Peter Artedi, um colega de residência em Uppsala, também foi de extrema importância. Este último também vislumbrava introduzir um método de classificação na ictiologia, mas foi interrompido por uma morte prematura e Lineu assumiu o dever de lembrar os trabalhos do amigo juntamente com a construção da base de seu sistema que está contida em vários tratados sobre classes e gêneros de plantas, publicados durante sua estadia na Holanda, as quais ajudaram a disseminar suas ideias (STOEVER, 1794).

Conforme mostra uma de suas cartas ao médico Kilian Stobaeus entre os anos de 1730 e 1731, o método de Lineu teria sido apresentado nesta mesma época à Sociedade Royal de Ciências de Uppsala. Inicialmente os membros teriam considerado Lineu um louco, mas após se explicar, a Sociedade teria prometido promover seus interesses (THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, L0008).

Em outra carta,

Linnaeus afirma que nenhum sueco já inventou um método, enquanto há um [método] em todos os outros países. Encontrar um novo método é a arte mais

alta da botânica. Linnaeus diz que criou seu método usando um novo princípio e acrescenta que todos os outros métodos são falsos. Ele conclui dizendo que seu método será impresso na Alemanha (THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, L0027 – tradução nossa).

Neste novo método, tudo começa com a análise de uma planta, um exemplar de interesse, um espécime seco de herbário ou mesmo um desenho. Descreve-se em seguida sua morfologia. A partir dessa descrição buscam-se espécimes que representem as mesmas características descritas na primeira planta analisada. Observa-se uma a uma. Quando alguma característica desviar da descrição original ela é desconsiderada, resultando num conjunto de características constantes. Trata-se de um método comparativo que excluirá sempre características “supérfluas” ou variáveis quando se compara espécies a uma inicial, o que resulta em um agrupamento de traços próximos (MÜLLER-WILLE, 2006). “[...] omitir as partes diferentes de uma descrição e descrever aqueles que concordam é uma tarefa mais fácil, e agradável para o intelecto” (LINNAEUS, 1737 apud MÜLLER-WILLE; REEDS, 2007, p. 568-tradução nossa).

O "sistema natural" das plantas, como Linnaeus viu, consistia em uma rede bidimensional de relações em que "todas as plantas exibem suas proximidades de cada lado, como territórios em um mapa geográfico". Cada espécie representada por um espécime no herbário de Linnaeus foi definida pelas afinidades que exibiu com respeito a todos os outros espécimes na coleção. [...] o herbário em sua totalidade, ao invés de tipos de espécimes arbitrários, serviu como uma ferramenta na determinação de espécies de plantas e gêneros (MÜLLER-WILLE, 2006, p. 62-63 - tradução nossa).

O método que propôs resultou ser simples e objetivo, embora não tenha sido tão bem recebido na Alemanha quanto em outros países como na Holanda, Dinamarca, Inglaterra e França. Observe também que a noção de relacionamento estava presente no pensamento de Lineu, não da forma que a reconhecemos hoje. Mas, ao considerar o sistema natural como àquele que melhor delimita as relações, afinidades entre as espécies, Lineu não apenas estaria considerando algum tipo de parentesco, mas também observando que, as variedades que se alteravam de alguma forma da espécie conhecida nada mais eram do que “misturas” provenientes dos parentais mais antigos. Por isso esses traços não se mantinham, mas também não eram suficientes para serem denominadas de novas espécies. “Linnaeus diz que [...] os atributos de todas as espécies se reúnem, mas não nas variedades. Para Linnaeus, isso significa que, nas variedades, as características essenciais podem desaparecer” (THE

LINNAEAN CORRESPONDENCE, L0197 – tradução nossa). Observe, nesse trecho, o uso da expressão **características essenciais**, pois voltaremos a discuti-la posteriormente.

O método de Lineu realmente causou impacto quando foi publicado. Por correspondência, o médico Christian G. Ludwig levantou uma série de questões sobre ele, que foi respondida em uma carta datada de 9 de novembro de 1736. Entre as questões de Ludwig estava a dúvida sobre a necessidade de um novo método para as plantas, a qual Lineu respondeu:

Na verdade, mesmo que já houvesse dez métodos! [...] um método para plantas é uma divisão de classes e ordens ou uma classificação de gênero de acordo com um novo sistema. Esse método baseado em classes e ordens (classes e seções de Joseph Pitton de Tournefort) é uma chave para os gêneros e serve para distinguir mais facilmente um gênero do outro. [...] Todos os gêneros são naturais e não podem ser criados, reunidos ou separados sem razão (THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, L0111 – tradução nossa).

Neste trecho, Lineu reforça que estaria nas classes e ordens (ou seções, segundo Tournefort) a chave para delimitar os gêneros, pois nessas categorias estariam características que poderiam ser reunidas, não podendo, portanto, um gênero ser separado aleatoriamente.

Esta não foi a única característica metodológica de Lineu. Eddy (2010) apresenta outro aspecto do método de Lineu, o das coleções, prática que efetuou desde estudante em 1720. O século XVIII é característico de catálogos, cadernos, cartões, etc. Esse tipo de registro teria florescido como forma de gerir a informação ao mesmo tempo em que funcionava como método de ordenação. O uso de aforismos para ordenar um texto é um dos exemplos práticos nas obras de Lineu. Sendo assim, o próprio sistema de classificação de Lineu remonta a uma tradição, bastante usada no século XVIII. A estrutura textual das obras de Lineu, a partir de aforismos, permite acréscimos, remoções e expansão de informações sem comprometer a lógica do todo e permitindo movimentar a informação ao longo de folhas de papel - em épocas de limitação deste material devido seu alto custo - prateleira de herbários e até plantações em canteiros e jardins. Suas obras, verdadeiros compêndios, nada mais significam do que um tipo de método utilizado entre os séculos XVI e XVII para compilar textos que antes foram obras separadas ou que pudessem ser lidos independentemente. “[...] *Philosophia botanica* era um *compêndio* que era um gênero em si mesmo. No entanto, quando seus capítulos foram extraídos e transformados em livros separados, estes se tornaram independentes, gêneros mais específicos, por conta própria” (EDDY, 2010, p. 233-tradução nossa).

Para Müller-Wille e Charmantier (2012) as ciências naturais eram vistas por Lineu, em decorrência da tradição, como uma tecnologia útil, por isso o vimos desenvolver processamentos e sistemas de organização das informações.

A tarefa tecnológica que Linnaeus estabeleceu com suas publicações taxonômicas – ou seja, fornecer ferramentas úteis baseadas em papel que poderiam servir para reunir informações sobre as propriedades e usos dos recursos naturais - trouxe à tona um problema teórico de longo alcance. Que o conhecimento sobre o uso local de um determinado tipo de planta ou animal pode ser generalizado até mesmo para seus "parentes" mais próximos, seja em áreas próximas ou em países distantes, não é uma simples questão empírica. Trata-se de um pressuposto teórico em si mesmo, cujo significado específico e verificação empírica dependem, além do mais, do que se entende por essa indescritível relação de "afinidade natural" (MÜLLER-WILLE; CHARMANTIER, 2012, p. 6-tradução nossa).

Para lidar com o aumento de informação proveniente de sua rede de colaboradores, Lineu passou a manter seu herbário com fichas soltas ao invés de encadernadas, como era de costume (MÜLLER-WILLE, 2007; CHARMANTIER; MÜLLER-WILLE, 2014). Assim, guardava as descrições em folhas soltas de um armário classificadas sob os critérios de gênero e de sistema sexual, de modo que o acesso, produção, arquivamento ou mesmo inserção de novas amostras pudessem ser feitas sem afetar as relações taxonômicas estabelecidas (MÜLLER-WILLE, 2007).

Isto resultou em uma contínua dialética entre materiais mobilizáveis (folhas soltas e cartões de índice) para fins de comparação e a produção de uma ordem serial fixa, para posterior recuperação de informação. Enquanto a mobilização lhe permitia tratar unidades taxonômicas como gêneros e espécies como unidades autônomas, e explorar as múltiplas 'afinidades' entre essas unidades, 'fixar' essa ordem também era essencial, pois criou um novo modelo com base no qual o material adicionado poderia ser coletado. Vemos, portanto, como as representações de gêneros e espécies na obra de Linnaeus oscilam entre pontos em uma sequência linear e sendo 'aberturas' bidimensionais ou 'casulos' que acomodam tais sequências. Esses polos refletem-se na distinção de Linnaeus acerca de sistemas de diagnóstico 'artificial' que atravessam uma série de distinções, e o 'sistema natural', que representava as afinidades das plantas de uma forma bidimensional semelhante a um mapa, embora resta ver exatamente como essa distinção se relaciona com as práticas de Linnaeus (MÜLLER-WILLE; SCHARF, 2009, p. 22-23 - tradução nossa).

A expansão de capítulos em livros bibliográficos, ocorrida no século XVIII também pode ter influenciado Lineu, já que sua obra "Biblioteca botânica" foi o primeiro capítulo a ser extraído e expandido a partir de "Fundamenta botânica". "A natureza não padronizada da

Biblioteca botânica é o que provavelmente leva o jovem Linnaeus a especular sobre a aplicação de seu sistema nomenclatural de classes, ordens, gêneros, espécies e variedades à classificação dos livros de história natural” (EDDY, 2010, p.233 - tradução nossa). Disso resultou na organização de sua própria biblioteca baseada em um método de classificação pautado em assuntos ou arranjo, formando hierarquia de títulos sob o mesmo gênero, por exemplo, obras botânicas de um lado e obras de amadores de outro. Dentro da primeira categoria agrupou obras de coletores e metodologistas, e assim por diante (EDDY, 2010).

No que diz respeito à nomeação das espécies, uma reforma também foi realizada. Lineu introduziu nomes considerados triviais compostos por adjetivos para distinguir uma determinada planta de outras correlatas. Quando esses adjetivos não podiam ser aplicados, utilizou-se de nomes já usados anteriormente ou mesmo baseados no habitat da espécie, tudo para substituir as longas definições. Por exemplo, um tipo de grama que costumava ser chamada de *Gramen Xerampelinum, Miliacea, praetenuis ramosaque sparsa panicula, sive Xerampelino congener, arvense, aestivum; gramen minutissimo semine*, com Lineu, passou a ser conhecida como *Poa bulbosa* (STOEVEER, 1794, p. 201 – tradução nossa).

Para Ernest Haeckel, Lineu realizou um grande progresso descritivo tornando-se “o fundador da nova história natural” (HAECKEL, 1911, p. 31 – tradução nossa). Sua classificação sistemática foi suficientemente lógica e racional e propôs a solução que muitos antes dele buscavam para ordenar as formas animais e vegetais de modo conveniente.

O sistema lineano, ainda que artificial, ao empregar exclusivamente uma só parte do organismo como caráter de classificação, suscitou as importantes consequências, que derivam do modo lógico como seu sistema foi concebido e, sobretudo, da preciosa maneira de designar os corpos da natureza (HAECKEL, 1911, p. 31 - tradução nossa).

2.3 Os níveis da classificação biológica em Lineu.

A classificação de Lineu baseia-se em 5 categorias: Classe, Ordem, Gênero, Espécie e Variedades (LINNAEUS, 1775). Isso porque adotou de outros autores alguns níveis como classe e ordem. A categoria Reino não está em questão para Lineu. A natureza, na época, só comportaria amostras vegetais, animais e minerais. Sendo esses os três reinos concebíveis e a partir dos quais Lineu trabalhou em sua classificação. Portanto, Lineu não usou o método de divisão lógica dicotômica, mas uma hierarquia que parte do reino em “quatro níveis categóricos: classe, ordem, gênero e espécie” (MAYR, 1998, p. 203) e muitas das terminologias eram distintas entre os naturalistas contemporâneos. Mayr (1998) explica que a

ordem de Lineu era seção para Tournefort e família para os pesquisadores Mugnol e Adanson. A categoria família foi inserida em 1800 para substituir essas inconsistências, embora os termos tenham sido aplicados de modo arbitrário por Cuvier em publicações posteriores.

É possível dizer, com base em Mayr (1998), que Lineu criou uma estrutura para encaixar as espécies de seres vivos, mas quando estas não se comportavam assim, teria ignorado certas características para acomodá-las de modo a perturbar o mínimo possível essa estrutura e preservar o gênero. Talvez por isso sua classificação tenha ficado artificial. Veremos como cada nível hierárquico é caracterizado por Lineu.

Como já mencionamos, nos reinos, Lineu concebeu os “corpos naturais” conhecidos na natureza: animais, plantas e minerais (LINNAEUS, 1735, p.19 - tradução nossa).

As ordens se baseariam no número de pistilos, podendo ser acrescentadas informações como o hábito, a estrutura e certas propriedades qualitativas do espécime como sua capacidade aromática, por exemplo.

As classes seriam artificiais e agrupariam seres de estrutura semelhantes, de modo que uma classe natural é aquela que agrupa indivíduos com o máximo de aparência, “a menos que as plantas sejam reduzidas a ordens e distribuídas em suas classes como os esquadrões de um exército, tudo está sujeito a flutuar” (LINNAEUS, 1737 apud MÜLLER-WILLE; REEDS, 2007, p. 564 - tradução nossa). Em outras palavras, o que fundamenta as classes das plantas para Lineu é o número dos estames; as proporções visuais do número e da forma de estames; as figuras, ou seja, o conjunto de partes florais, número de pétalas, formas e posição de filamentos; e a situação da flor, se monoica, dioica ou poligâmica; e a existência ou não de estruturais florais machos e/ou fêmeas na mesma flor (LOPES, 2005).

A categoria gênero corresponderia a entidades reais e que expressam a ordem natural, a que tudo indica parece ser a herança de parentais. Por exemplo, plantas medicinais que compartilhavam as mesmas propriedades eram agrupadas no mesmo gênero. Portanto, no gênero contemplam-se as diferentes variações na estrutura e na característica de plantas semelhantes. Uma dada estrutura tem diferenças e variações que ocorrem também em outras estruturas. “Existem, entretanto, tantos gêneros quanto há atributos comuns, próximos de espécies diferentes [...]. Isto é confirmado por revelações, descobertas e observações. Assim: Gêneros e Espécies são todos naturais” explica Lineu (LINNAEUS, 1737 apud MÜLLER-WILLE; REEDS, 2007, p. 565 - tradução nossa). Vejamos um exemplo ainda mais concreto:

Quando qualquer marca singular de frutificação, peculiar a qualquer gênero, não for encontrada em todas as espécies desse gênero, devemos tomar

cuidado para não confundir esses vários gêneros, mas mantê-los separados; Ou, em outras palavras, a característica marcante ou singular de cada gênero deve percorrer todas as espécies. Por falta de atenção a esta regra, estamos aptos a confundir gêneros que devem ser distinguidos (LINNAEUS, 1775, p. 257 – tradução nossa).

São os gêneros que denotam as afinidades, as relações entre as espécies, que de outro modo estariam ligadas apenas por traços morfológicos. Assim, “Os caracteres genéricos são obtidos de três modos, a saber; artificial, essencial e natural”. Artificial, devido uma única característica pela qual o gênero se distingue dos demais da mesma ordem. “O caráter essencial fornece o gênero, ao qual é aplicado, com uma única ou mais características”, dificilmente se obtém esse tipo de caráter em todos os gêneros. Caracteres naturais, por sua vez, “apresentam todas as características óbvias e comuns na frutificação” (LINNAEUS, 1737 apud MÜLLER-WILLE; REEDS, 2007, p. 568-569 - tradução nossa). “O *caráter essentialis* era desejável porque permitia a produção de um catálogo sucinto. Em nenhum lugar Linnaeus sugeriu que as características “essenciais” estivessem mais próximas da natureza interna de uma planta do que suas outras características” (WINSOR, 2006b, p. 6 - tradução nossa). Novamente chamamos atenção para o uso que Lineu faz do termo “caráter essencial”, a ser explicado na sequência.

Antes, porém, algo importante deve ser destacado na fala de Lineu e que, de certa forma, orienta sob quais condições o método proposto tem continuidade. A classificação baseada em caracteres naturais deve apresentar todas as características óbvias e comuns na frutificação. Sendo assim, “esse tipo de **caráter é aplicável a todos os métodos propostos ou a serem propostos, desde que o sistema seja construído sobre o fundamento indestrutível da frutificação**” (LINNAEUS, 1737 apud MÜLLER-WILLE; REEDS, 2007, p.569 - tradução e destaque nossos). Disso resulta que, para Lineu, “todas as espécies de vegetais são equipadas com flor e fruto, mesmo quando estes não são detectáveis a olho nu” (LINNAEUS, 1775, p. 149 – tradução nossa).

Como resultado, Müller-Wille explica que

[...] os traços não entram no caráter natural de um gênero porque podem servir para distingui-lo de outros gêneros, mas porque, em conjunto com todos os outros traços próprios do gênero em questão, constituem um todo único de partes e propriedades inter-relacionadas. Este todo, além disso, está relacionado por uma teia de relações de identidade e de diferença a todos os outros conjuntos, na forma de um mapa ou de rede. A lógica do sistema natural, poderíamos dizer, não é tópica, mas relacional, e assim surpreendentemente diferente dos sistemas artificiais. Que Linnaeus queria ver “definições naturais” restritas à flor e à fruta tem uma razão simples.

Para ele, essas não eram partes da planta, mas sim a própria planta em seu último estágio de desenvolvimento – “in actu generationis” como Linnaeus colocou em *Classes plantarum* (MÜLLER-WILLE, 2013, p. 315- tradução nossa).

Na última categoria, Lineu “considerou as espécies como grupos de indivíduos reprodutores relacionados fisicamente entre si no tempo e no espaço” (MÜLLER-WILLE, 2007, p. 542-tradução nossa). Em “Ratio operis”, Lineu as definiu assim:

Há tantas espécies quanto haviam formas diferentes produzidas pelo Ser Infinito no começo. Tais formas posteriormente produzem mais, mas sempre formas semelhantes de acordo com as leis inerentes da geração; de modo que não existem mais espécies agora do que surgiram no início. Assim, há tantas espécies, como existem diferentes formas ou estruturas de plantas que ocorrem hoje, deixando de lado os que o lugar ou acidente exhibe para ser um pouco diferente (variedades) (LINNAEUS, 1737c, Ratio operis, aforismo 5 apud MÜLLER-WILLE, 2007, p. 543 - tradução nossa).

Quando afirma que “não existem mais espécies agora do que surgiram no início” Lineu não está negando precisamente a mudança das espécies, até porque conhecia híbridos, mas sim negando “a geração espontânea e transmutação de espécies, duas noções que ainda eram amplamente mantidas na época” (MÜLLER-WILLE, 2007, p. 543 - tradução nossa). Do mesmo modo, quando menciona as “leis inerentes da geração” Lineu pressupõe que a característica natural de gêneros e espécies está precisamente no fato que só podem ser gerados, criados a partir de um par de sexos distintos, em estado reprodutivo e fértil, conforme explica nas obras “Fundamenta botânica” (1736) e “Systema naturae” (1735). Portanto, não se tratam de princípios ou essências, explica Müller-Wille (2007).

Uma pessoa dedicada aos princípios escolásticos, que decidisse montar um sistema que vai de Reinos contendo Classes a Classes contendo Ordens, seria obrigada a evitar os termos lógicos gênero e espécie para as duas fileiras seguintes, pois cada Classe é uma espécie com relação a seu Reino, mas um Gênero em relação a suas ordens. O fato de Linnaeus se apropriar dessas velhas palavras e as estragar, anexando-as em fileiras absolutas em sua hierarquia, demonstra seu total desprezo pelas regras da lógica “aristotélica” (WINSOR, 2006b, p. 5 - tradução nossa).

Quanto às variedades, elas são produzidas por diferentes sementes de uma mesma espécie, mas diferem-se da planta mãe na forma e na aparência, embora mantenham algumas das características de sua progenitora, sem as quais jamais se reconheceria essas variedades como tais e sim como espécies diferentes. “As variedades de plantas são mudanças acidentais,

geralmente devido ao clima, ao solo, à exposição, ao calor, aos ventos, às contusões, à idade, às doenças, à demasiada ou muito pouca nutrição, à cultura” (LINNAEUS, 1775, p. 232 - tradução nossa). “As variedades podem ser excluídas da botânica, mas para usos econômicos as variedades [...] são mais estimadas” assim como “entre jardineiros e floristas” e também “pelos médicos” (LINNAEUS, 1775, p. 233 - tradução nossa).

Reid (2009) observa que as categorias de Lineu refletem a sociedade e a cultura. É possível observar sua analogia de classes “como os esquadrões de um exército”, portanto, seus trabalhos também refletem uma hierarquia militar, além de outras influências. Para Freitas (2000), Lineu demonstra um paralelismo com o próprio modelo de sociedade, pois conserva em sua terminologia aspectos antropomórficos que vigoravam na sociedade do século XVIII. O reino vegetal dividia-se em tribos e nações. As gramíneas eram consideradas plebeias enquanto os lírios eram patrícios. Turfeiras eram servas e gladiolos escravos. Fungos eram considerados vagabundos. Não somente uma comparação era feita, mas uma associação do cotidiano em sociedade era transposta para a fisiologia ou função do organismo vivo ao dizer, por exemplo, que em gramíneas (as plebeias) quanto mais forem submetidas aos nossos pés, mais se multiplicarão. Analogia que visa não apenas enquadrar, mas estereotipar a classe social da qual se falava.

Segundo analisa Thomas (1988), tais pressupostos sociais em Lineu são reflexos de uma época em que o mundo era visto como se feito para o homem e as espécies que nele existem para subordinar-se a seus desejos e necessidades. Era comum que, antes de 1800, a classificação do mundo de forma geral tivesse como fundamento sua relação com o homem. Desse modo, as plantas foram, por um longo período, percebidas como úteis ao homem e nada mais. Assim, eram classificadas em medicinais, cereais, legumes, flores, capim e ervas daninhas. Também se seguiam os critérios do gosto, cheiro e potencial comestível. Caracteriza-se, dessa forma, que os estudos botânicos não tinham outra finalidade senão a medicinal e a “utilidade prática do mundo das plantas forneceu por muito tempo aos botânicos o seu princípio organizador mais importante” (THOMAS, 1988, p. 63).

Similarmente, os animais além de classificados conforme sua morfologia, habitat e reprodução eram também considerados segundo seu valor alimentício, medicinal, simbólico além de seu grau de relacionamento com os humanos, tal qual defendia Buffon. Os animais poderiam ser enquadrados em categorias que denotassem o grau de confiança, de amizade, de comestibilidade, de utilidade, entre outros enquadramentos. A época exibia também proibições alimentícias, de forma que os naturalistas refletiam em suas classificações os hábitos alimentares cotidianos dos ingleses. Tal tipo de classificação conforme a utilidade do

animal para o homem foi considerada por Lineu, ao distinguir em meados do século XVIII as espécies de *Canis familiaris*, *Canis domesticus* e *Canis vertegus*, sendo o primeiro para nomear cães fiéis ao dono, o segundo nomeava cães pastores e o último, animais de cozinha¹⁰ (THOMAS, 1988).

A hierarquia, portanto, estava presente no pensamento da época, e foi constantemente invocada ao longo dos séculos e principalmente do século XVIII para defender hierarquias sociais humanas (THOMAS, 1988). Na análise de Thomas (1988, p. 77), “[...] os homens sempre examinaram os animais em busca de categorias com as quais descrever a si mesmo”.

A hierarquia atribuída à natureza sem dúvida refletiu no sistema classificatório de Lineu que estava imerso em um contexto em que distintas e inconsistentes classificações eram utilizadas além dos vários e diferentes nomes científicos atribuídos às espécies. Por exemplo, o tomate é assim chamado devido à forma com que os moradores da região central do México, fluentes da antiga língua asteca denominaram a planta dali nativa e coletada por naturalistas europeus no século XVI. Inicialmente foi utilizada apenas para fins decorativos, pois foi considerada uma planta venenosa. Posteriormente, foi chamada de maçã de ouro pelo botânico italiano Pietro Andrea Mathioli, em 1554. Rumores atribuíram ao tomate propriedades afrodisíacas e entre os ingleses passou a ser conhecida como maçã do amor. Herbalistas consideraram que o nome deveria estar à altura dos conhecimentos botânicos e denominaram a planta em uma longa descrição latina cuja tradução é: herbácea das solanáceas com caule liso que tem incisadas folhas pinadas e um cacho simples. Note-se que muitos foram os nomes. Lineu procurou simplificar esta longa descrição reconhecendo a planta como *Solanum esculentum*, tendo o termo *solanum* proveniente do latim para solanáceas, e *esculentum* significando comestível. Embora o nome científico do tomate tenha mudado bastante, antes e mesmo após Lineu, passando a se chamar *Lycopersicon esculentum*, é fácil perceber porque para Lineu era necessário um sistema classificatório e de nomenclatura que eliminasse as complexas denominações latinas (FORD, 2009). Afinal, é natural que, para “ler o livro da natureza, primeiro devemos compreender a linguagem em que ele foi escrito”, salienta Lopes (2005, p. 461).

Freitas (2000, p. 8) considera que houve um distanciamento entre a ciência e a cultura popular na medida em que as plantas eram escritas e denominadas em latim internacionalmente. “[...] talvez o passo decisivo na ruptura entre o conhecimento popular e o

¹⁰ Referem-se a cães considerados utensílios de cozinha ou mais especificamente como parte de uma engrenagem que fazia girar uma grande roda posta no alto de uma parede de modo que o fogo e o calor não atingissem o animal. A função deste cão “espeto” era correr fazendo que a roda girasse um espeto no qual a carne estava assando sobre a brasa. Funcionalidade imprescindível para as cozinhas medievais.

conhecimento científico não tenha sido a nomenclatura proposta por Lineu, e sim sua rápida adoção”. Ao eliminar as nomenclaturas cotidianas e seu simbolismo, separou-se também a natureza da sociedade onde “os objetos de contemplação habitavam um reino diverso, sem presságios ou sinais, sem importância ou significado humanos” (FREITAS, 2000, p. 9).

Como já mencionamos, Lineu também causou impacto quando apresentou seu sistema de classificação utilizando a flor como critério na classificação a partir da reprodução sexual das plantas. A própria comparação estabelecida com a reprodução humana suscitou repercussões negativas devido ao contexto conservador da época, e esses conhecimentos romperam os muros das academias chegando às camadas mais simples da sociedade (PRESTES; OLIVEIRA; JENSEN, 2009).

Observamos também que Lineu fez uso de algumas palavras tais como essência, gênero e mudanças acidentais, para as quais chamamos atenção do leitor anteriormente. Veremos como o uso dessas palavras em seu método classificatório repercutiu na ciência Taxonômica nos séculos seguintes.

2.4 A controvérsia.

Diante dos avanços atuais possibilitados pelo método Sistemático Filogenético ao estudo das relações de parentesco entre as espécies e grupos de espécies e, posterior, classificação dos seres vivos, a recente literatura biológica tem questionado a continuidade do sistema de classificação e de nomenclatura advindos de Carl von Linné (AMORIM, 2002; REID, 2009; MÜLLER-WILLE, 2007).

Dentre os argumentos mais utilizados estão: a defasagem do sistema lineano (HANKINS, 1985), a falta de fundamentos evolutivos em seu sistema e a rígida nomenclatura. Mas o fator de maior destaque nos argumentos sugere que o sistema lineano deve ser abandonado em virtude da sua lógica essencialista (AMORIM, 2002).

A questão do essencialismo na ciência vem sendo estudada há alguns anos, mas há pouco mais de uma década, Mary Pickard Winsor, historiadora da Biologia, tem discutido o essencialismo especificamente na História da Taxonomia. Winsor (2006a; 2006b) defende que Lineu não foi um essencialista e que “a visão de Linnaeus como um ‘essencialista’ distorce seriamente o caráter de sua filosofia taxonômica”, complementa Müller-Wille (2007, p. 542 - tradução nossa). Entretanto, esse argumento parece não ter sido ouvido. A falta de atenção aos argumentos de Winsor diz respeito a um aspecto bastante comum na História da Ciência, o discurso de autoridade de alguns pesquisadores ao longo do tempo, bem como a

distorção do contexto de produção de um conhecimento, seja intencionalmente ou mesmo devido às interpretações equivocadas, ocasionando versões acerca da história do desenvolvimento de uma ciência de modo anacrônico.

Como já mencionado, a atribuição de um essencialismo à História Natural não é recente. Müller-Wille (2011) denomina-o inclusive como um “termo historiográfico”, salientando que

O essencialismo é um termo guarda-chuva que designa sistemas de crenças que contam com certos invariantes presumidos na coordenação de atitudes e ações sociais. Esses invariantes podem assumir formas diferentes - mitos ancestrais, essências específicas, leis naturais e históricas, elementos constitutivos e disposições genéticas - e, mais importante, podem ser empregados para objetivos estratégicos muito diferentes, desde preservar e defender o que é valorizado até expor e derrubar estados de coisas opressivas (MÜLLER-WILLE, 2011, p. 63—tradução nossa).

McQuat (2009) explica que as raízes do essencialismo ultrapassam visões filosóficas, históricas e científicas, compondo um quadro muito mais profundo para o termo, que envolve política, poder e sociedade. Do termo também desmembram movimentos como o determinismo, que ainda é influente na Biologia. Desse modo a questão é bastante complexa e não é nosso intuito aqui aprofundá-la. Em contrapartida, interessa-nos apontar os principais responsáveis por associar o essencialismo ao método lineano.

2.4.1 Interpretações equivocadas.

É muito comum, e presença quase que absoluta em livros - inclusive didáticos - do argumento de que a Teoria da Evolução¹¹ teria rompido com uma visão essencialista do mundo empregada até meados do século XIX. Segundo Winsor (2006a), isso se deve a forças de autoridade, de poder, de política e até emocionais contidas e veladas sob o pano de fundo das histórias científicas.

Três autores teriam contribuído entre as décadas de 1958 e 1968 para disseminar interpretações equivocadas acerca do suposto essencialismo na taxonomia, são eles: Arthur J. Cain e David Hull de modo independente, sendo posteriormente reunidas e difundidas amplamente por Ernest Mayr.

¹¹ O termo Evolução pode ser entendido de várias formas: como um fato inerente à natureza, como área de estudo dentro das Ciências Biológicas e como teoria. Portanto, quando estivermos nos referindo diretamente à Darwin ou a Wallace e, ao contexto de sua produção, denominaremos como Teoria da Evolução.

No período de síntese moderna no qual a Biologia foi convocada a unir suas disciplinas sob uma base teórica evolutiva, nasceu a oposição: pensamento populacional *versus* pensamento tipológico. Fomentada por Mayr, esta dicotomia não implicou o uso de palavras como essencialismo e essência, pelo menos nos primeiros escritos da década de 1960. Posteriormente, o essencialismo foi considerado sinônimo de percepções errôneas acerca de tipos. Em outras palavras, Mayr defendeu que Darwin teria substituído o pensamento em tipos por um pensamento voltado às populações, junto a essa noção implicasse a substituição de ideias fixas, imutáveis acerca da variabilidade do mundo natural, ideias fundamentadas em Platão. Os tipos (*eidós*) seriam ideias naturais, descontinuidades da natureza que justificariam as lacunas e teria sido um pensamento adotado por grande parte dos filósofos dos séculos XVII, XVIII e XIX, ressaltou Mayr. Esse discurso percorre muitas das obras, inclusive recentes de Mayr, principalmente ao se discorrer sobre a história da classificação biológica (WINSOR, 2006a).

A taxonomia em sua história inicial foi completamente dominada pelo conceito de tipo. O conceito de tipo remonta à filosofia grega. As “ideias” de Platão são de “tipos”. Aplicado à taxonomia, o conceito de tipo postula que todos os membros de uma categoria taxonômica estão em conformidade com um “tipo”. Se um taxonomista aderiu ao conceito de tipo consciente ou inconscientemente, isso inevitavelmente afetou seus métodos e resultados. [...] (MAYR, LINSLEY, USINGER, 1953, p. 15 apud WINSOR, 2006a, p. 153- tradução nossa).

Ao não apontar exemplos claros de usos e autores, Mayr foi arbitrário, deixando brechas para que os autores deduzissem as origens do uso do conceito de tipo, demarcando somente o momento de sua substituição, a Teoria da Evolução. Assim, Mayr apontou Darwin como o pivô de uma revolução contra o essencialismo, sem nem mesmo o próprio Darwin assim se posicionar, argumenta Winsor (2006a).

É preciso considerar que a taxonomia foi um dos elementos centrais do debate que Mayr encabeçou no início do século XX, conforme veremos no próximo capítulo. O período era de desvalorização da taxonomia acusada de não considerar os grupos como reais na natureza, tendo como consequência métodos taxonômicos artificiais e arbitrários. A evolução era a única capaz de resolver essa problemática (VARMA, 2013).

Os argumentos de Mayr por si só não seriam tão devastadores se não fosse sua posição dentro da Biologia, que na década de 1950 tinha conquistado o auge. Winsor (2006a) destaca, no entanto, que Mayr não era um historiador da Biologia e que seus relatos históricos provêm de fontes aleatórias e acabaram compondo um conjunto grande de textos. “Não há a menor

dúvida de que as leituras, pensamentos e escritos de Mayr sobre a história foram empreendidos para o serviço de seu interesse principal, a promoção da síntese evolucionária moderna e, em particular, em apoio à sua visão [...] da especiação” (WINSOR, 2006a, p. 155 – tradução nossa), foco do neodarwinismo. Mayr não traçou um histórico, ao contrário, escolheu ideias situando-as no tempo, mas sem associá-las a seu contexto de produção, um dos maiores equívocos de quem busca traçar um histórico. “Concentremo-nos, portanto, no surgimento graduado das ideias que hoje consideramos centrais e essenciais”, ressaltou Mayr (1957, p. 6 apud WINSOR, 2006a, p. 155 - tradução nossa).

Para Winsor (2006a), as noções de seleção e raça que foram desencadeadas pela dicotomia envolvendo o pensamento tipológico contribuíram para a ocorrência de atrocidades nazistas em prol ao melhoramento de uma raça. Para Mayr, numa perspectiva tipológica, os integrantes de uma determinada raça devem estar em conformidade com o seu tipo, havendo desse modo, lacunas entre as raças. “Todas as teorias racistas são construídas sobre esse fundamento”, afirmou Mayr (1959, p.3 apud WINSOR, 2006a, p. 156 - tradução nossa). As palavras de Mayr estariam sendo usadas para sustentar um pensamento racista inclusive décadas depois.

A decisão de Mayr de chamar o oposto do pensamento populacional de "pensamento tipológico" era uma medida altamente significativa e de nenhuma maneira óbvia. Ele estava ciente de que a palavra "tipo" convidava à confusão, porque já era usada de várias maneiras pelos taxonomistas, com significados adicionais na genética e em outros campos. [...] O que Mayr precisava na década de 1950 era de um rótulo vívido para o oposto do pensamento populacional. A “tipologia” era o nome que os morfológicos idealistas usavam para sua ciência da forma abstrata. Seus tipos eram tipos distintos separados por lacunas e esses tipos estavam sempre ao nível de categorias superiores, como classes ou ordens. [...] [era] a trama retórica de Mayr [...] (WINSOR, 2006a, p. 158- 159 - tradução nossa).

O que sustenta a argumentação de Mayr é sua declarada aversão a Platão. “Platão, sob cuja influência eu sofri ao longo de toda a minha carreira no colégio e na faculdade, e de Vries... são duas das minhas aversões de estimação. É bom para o meu fígado se eu tenho permissão para derrubá-lo de vez em quando” (MAYR, 1956, LETTERS apud WINSOR, 2006a, p.161 – tradução nossa). Além disso, Mayr acreditava veementemente na influência deste grego na formação de filósofos e naturalistas.

As ideias de Mayr para a construção de argumentos contra o suposto essencialismo na taxonomia provém ainda das obras de Agassiz que, embora nada tenha dito sobre formas, ideias, tipos ou *eidós* de Platão, teve sua percepção acerca da realidade dos indivíduos como

seres físicos, interpretada por Mayr e sustentada sob o apoio das críticas de Arthur Lovejoy acerca das entidades do mundo. Apesar de estudos apontarem que os naturalistas pré-darwinistas nem sempre haviam trabalhado à sombra das ideias platônicas, Mayr nunca abandonou sua convicção contrária (WINSOR, 2006a).

Segundo complementa Müller-Wille (2011) o argumento de Mayr para o essencialismo foi bem pensado. Uma vez que a Biologia lutava para não ser enquadrada como dependente da Física ou da Química, algo que poderia ser apontado tendo em vista que a Biologia precisava aplicar métodos experimentais e quantitativos, Mayr agarrou-se a uma saída conveniente. Ou seja, atribuir o atraso da Biologia ao essencialismo, culpabilizando diretamente a Taxonomia, a mais velha das Ciências Biológicas, por tê-la utilizado por muitos anos. “Isso também significou [...] que a maior parte da tradição naturalista, com suas infinitas tentativas de classificar e definir espécies de forma inequívoca, teve que ceder à acusação de ser essencialista” (MÜLLER-WILLE, 2011, p. 67 - tradução nossa). Desse modo, a evolução poderia ser apontada como a forma de tornar a Biologia autônoma sem para isso se referenciar a outras disciplinas.

O segundo responsável por atribuir percepções essencialistas à classificação dos seres vivos efetuada até então foi Cain que, em 1958, acusou Lineu de ter seguido a lógica aristotélica. Cain era doutor em fisiologia, aprendendo com Mayr em Nova York a prática taxonômica e atuando em Oxford posteriormente com a disciplina de taxonomia. Cain também estava interessado no estudo das falhas e práticas da taxonomia tradicional, ao fazer isso assumiu como arbitrários alguns métodos de Lineu para a criação de novos gêneros. Além disso, foi alimentado por leituras que atribuíam os termos usados por Lineu (gênero, espécie, diferença) a uma lógica medieval. Com isso, Cain começou a associar a lógica de enquadramento de espécie e gênero aristotélica à prática efetuada por Lineu (WINSOR, 2006a).

Cain acreditava que ele tinha feito um avanço na compreensão de Linnaeus quando soube que a lógica aristotélica mandava que a definição deveria prosseguir indicando o tipo (gênero em latim) a que pertence uma espécie (o homem é um animal) e, em seguida, indicando a *differentia*, as características que distinguem-no dos outros membros desse tipo (o homem é um animal racional). A regra de Linnaeus de que todo nome de espécie deve começar com o nome do gênero ao qual pertence foi o que inicialmente fez Cain suspeitar, e então as palavras *definitio*, *differentia* e *essentialis* pareciam confirmá-la (WINSOR, 2006b, p.4- tradução nossa).

Cain, assim como outros (entre eles Mayr), prendeu-se a uma suposta definição acerca das espécies contida em “Fundamenta botânica”. Trata-se da passagem na qual Lineu diz: “contamos tantas espécies quanto haviam formas diferentes criadas no início” (LINNAEUS, 1736, aph. 157 apud MÜLLER-WILLE, 2007, p. 543 - tradução nossa). Esse trecho, discute Müller-Wille (2007), não é a descrição de espécies uma vez que não aponta quais são elas e sim quantas conseguiu-se contar. Não há nesse trecho nenhuma explicação que permite considerar uma espécie enquanto tal. Lineu estaria, portanto, apontando a existência de diferenças entre parentais e seus descendentes. Trecho similar foi por nós destacado anteriormente quando Lineu aponta que as variedades decorrem de variações, mudanças das espécies originárias.

A partir de Cain, outros textos vão disseminar a suposta escolástica de Lineu no método classificatório (SIMPSON, 1961; STAFLEU, 1971). Apesar da reprimenda de Mayr, em 1960, e a reelaboração do fato por Cain na década de 1990 atribuindo a Lineu a figura eclética de filosofia e empiria, suas ideias iniciais foram mais fortes e permanecem assim até hoje.

Quando me preparava para a Celebração de Linnaeus em 1957 em Uppsala, passei por toda a literatura biográfica sobre Linnaeus, mas não encontrei nada que satisfizesse as necessidades de um sistemático. Nenhuma das duas grandes biografias mostra o seu ponto de vista da base aristotélica na filosofia taxonômica de Linnaeus, nem qual foi a sua verdadeira contribuição. Nesse aspecto, devo admitir que o seu próprio tratamento de Linnaeus também é um tanto deficiente. Um homem que teve um impacto tão colossal em seus contemporâneos deve ter sido mais que um "retrocesso" em direção à Aristóteles. [...]Espero que você retome Linnaeus mais uma vez e apresente um tratamento mais abrangente de sua contribuição (MAYR, 1960, LETTERS apud WINSOR, 2006a, p. 165 - tradução nossa).

Outros estudos posteriores apontam o exercício da lógica e filosofia escolástica aristotélica como sendo dominante na Universidade de Uppsala no século XVII bem como o respeito dos luteranos às ideias de classificação dos gregos, sendo consideradas inclusive como fator inibidor da ciência naquela ocasião. No entanto, Reid (2009) complementa que o contexto era um tanto diferente quando Lineu chegou à Uppsala. A filosofia aristotélica tinha dado lugar ao modelo da mecânica cartesiana, sendo utilizada amplamente na medicina, de modo que não há motivos para se supor que Lineu estivesse sob influência aristotélica. Lineu foi sim influenciado por seu mentor no estudo da filosofia mecânica e na prática da expedição, uma vez que experimentações e observações eram imprescindíveis às ciências naturais.

[...] no corpo principal de sua obra, Linnaeus demonstra claramente os benefícios de uma nova filosofia e adota uma abordagem científica cada vez mais rigorosa. Há uma cuidadosa coleta de informações através de viagens e explorações, hipóteses, empirismo, observações precisas, comparações, dissecções, medições e contagens (por exemplo, do número de partes florais). Ele adotou métodos contemporâneos no estabelecimento de fatos [...] (REID, 2009, p. 25-26 – tradução nossa).

O terceiro e último nome influente na disseminação de um essencialismo lineano foi David Hull. Hull, assim como os demais alunos, foi incumbido por Karl Popper, professor visitante na faculdade de história e filosofia de Indiana a escrever em defesa de uma das opiniões de Popper. O filósofo gostou do trabalho, submetendo-o a publicação. O título consistia no “efeito do essencialismo na taxonomia: dois mil anos de estase”. Hull então passou a ser encorajado por Mayr para atuar na área da Filosofia da Biologia e adotar a perspectiva de Popper de que tem sido comum a crença em descobrir a natureza oculta ou a essência das coisas, dá-lhes nomes e descrevê-las, de modo que passa a assumir que “na taxonomia, essa posição filosófica ficou conhecida como tipologia” (HULL, 1965, p. 317 apud WINSOR, 2009, p. 167 – tradução nossa).

Se voltarmos aos trechos em que Lineu faz uso da palavra essência podemos facilmente notar que a ideia de um essencialismo não é corroborada.

O termo **caráter essencial** utilizado por Lineu (1737 apud MÜLLER-WILLE; REEDS, 2007, p. 568-569 - tradução nossa) no trecho em que explica o que compõe um gênero, mostra é mostrado pelo sueco que, embora uma ou mais características essenciais possam estar presentes, nem sempre é possível observá-las, o que é diferente das características naturais, já que permitem estabelecer relações entre espécies, ou seja, características relacionadas à reprodução, portanto, os órgãos reprodutivos. Do mesmo modo, ao usar a palavra **características essenciais** para se referir a características que podem desaparecer nas variedades, Lineu estaria se referindo novamente a mudanças a partir de parentais.

Na obra “Elementos da Botânica” (1775), por exemplo, Lineu utiliza a palavra essência (*essentia*) 9 vezes em um total de 522 páginas. A palavra é usada de duas formas distintas: como algo indispensável¹² e como um traço, característica peculiar¹³. No primeiro

¹² Ver páginas 194; 305; 321 e 409.

¹³ Ver páginas 295; 268; 363 e 407.

caso Lineu usa o termo de forma específica distinguindo traços relevantes daqueles irrelevantes, isso pode ser observado quando ele diz que “o estigma é a parte que serve para fins de geração, e não o pistilo, que pode ser deficiente em muitas [flores], uma vez que **não é uma parte essencial da flor**” (LINNAEUS, 1775, p. 194 - tradução e destaque nossos). Neste trecho Lineu aponta para algo indispensável à flor, em seu ponto de vista, o estigma, já que sem ele essa flor não se torna fruto. Esta interpretação é confirmada quando Lineu diz que “Como todas as plantas encontradas tinham frutificação, os botânicos com justiça concluíram que esta era a única parte essencial de todos os vegetais” (LINNAEUS, 1775, p. 409 - tradução nossa), e, “sem o conhecimento da frutificação, não há certeza do gênero”. (LINNAEUS, 1775, p. 268 - tradução nossa).

No segundo caso, Lineu aponta de forma genérica que há traços peculiares nas plantas, como aquelas que liberam determinados óleos (LINNAEUS, 1775, p. 407), ou ainda, a existência de determinados hábitos (LINNAEUS, 1775, p. 295).

Nesses trechos percebemos a noção de modificação por meio de perda de características herdadas em decorrência de fatores ambientais. Portanto, porque Lineu consideraria uma descontinuidade entre as espécies se realmente as concebesse como essências ou tipos na perspectiva escolástica? Isso demonstra que a palavra, embora seja a mesma que utilizada na filosofia, não teria o mesmo significado na classificação lineana. O que sugere um pequeno adendo sobre o termo.

2.4.1.1 A palavra essência, essencialismo.

Etimologicamente falando, a palavra essência vem do latim *essentialis* e foi resgatada no século XIV, mas o significado que atribui o pertencimento, um tipo de essência, é do fim do século. A constituição da essência de algo é mencionada em 1540. Contudo, no início do século XVI ela é usada como significado de “elementos indispensáveis” em um determinado objeto. Considerada também apropriada para dar o sentido geral de “elemento básico de qualquer coisa”, significado observado pela primeira vez nos anos 1650. Também associada ao “ingrediente que dá a algo seu caráter particular”, conforme usado no século XVI para falar de óleos destilados de plantas; e “fragrância, perfume”, no século XVII (ONLINE ETYMOLOGY DICTIONARY, 2017). Difere, portanto, do sentido da palavra essência que se traduz do termo grego “*ousia*”. Angioni (1999) explica que o próprio termo possui sentidos distintos,

(i) entidade capaz de subsistir separadamente em si mesma; (ii) princípio e causa pela qual uma tal entidade é precisamente aquilo que ela é. Não há nenhum termo em português que possa cobrir e satisfazer igualmente ambos os sentidos. Adotamos “essência” como mal menor, e sobretudo porque tal termo é apropriado ao segundo sentido de “*ousia*” acima exposto, que é o sentido predominantemente nos contextos interessados em estabelecer parâmetros para a investigação das causas (ANGIONI, 1999, p. 128).

Na segunda acepção fornecida por Angioni (1999), essência é a busca pelo princípio e causa, ou mais precisamente, correlação entre matéria e forma. Para Martins e Martins (2007) a causa formal ou essência de um ser vivo, na perspectiva de Aristóteles, correlaciona-se com a alma desse ser. Corpo e alma não existem um sem o outro na qualidade de vivo. Assim como “se um olho se torna incapaz de ver (um olho cego), ele só continua a ter o *nome* de olho, mas perdeu sua essência, que é a capacidade de ver” (MARTINS; MARTINS, 2007, p. 410).

Na perspectiva aristotélica, portanto, essência é a busca pela alma associada a uma forma, enquanto que o corpo se associa a uma matéria. Em outras palavras, qual seria a causa dos animais para Aristóteles? Ou “aquilo de que uma coisa provém, e que persiste”? (ARISTÓTELES, *Physica*, II.3, 194^b23-195^a1 apud MARTINS; MARTINS, 2007, p.412)

Transposta para os séculos XVI e XVII a mesma palavra significaria essas mesmas noções? Ou seriam interpretações modificadas de um pensamento que passou por traduções e reinterpretações ao longo de, no mínimo, 1.500 anos? Não seria mais adequado considerar que essência, num sentido mais atual, referiria-se à parte, elemento básico, indispensável ou característico de qualquer coisa? De qualquer modo, autores como Winsor (2006a) apontam a ingenuidade da definição de essência e essencialismo. Portanto, o fato de Lineu usar o termo essência ao longo de seus textos não deve ser compreendido como se estivesse se referindo a Aristóteles, dados os diferentes significados que a palavra tinha para o século XVIII. Lineu, inclusive, não se reporta em nenhum momento à tradição aristotélica em seus trabalhos taxonômicos. “[...] seria um pecado contra o princípio primordial da historiografia (entender ações e palavras no contexto de seu próprio tempo) se assumíssemos que Linnaeus estava usando a palavra *essentialis* no mesmo sentido que os filósofos medievais tinham usado” (WINSOR, 2006b, p. 5 - tradução nossa).

Retomando a seção anterior, percebe-se que Hull tornou-se aliado de Mayr na análise da lógica entre filosofia e taxonomia para apontar as fragilidades de métodos insurgentes durante a reforma metodológica da taxonomia ocorrida na década de 1960. Além de fazer uso da palavra essencialismo como sinônimo de pensamento tipológico (WINSOR, 2006a).

Esses detalhes sobre a criação da história do essencialismo, por dois biólogos e um filósofo, nenhum dos quais tinha feito qualquer investigação histórica séria, certamente não pode demonstrar por si só que a história é falsa. É possível que eles estivessem agarrando-se, como cada um deles acreditava de maneiras diferentes, em alguma verdade profunda e previamente negligenciada que está no centro da história da sistemática. Mas estruturalmente o que é perfeitamente evidente na literatura subsequente é que a autoridade da história simplesmente cresceu com a repetição (WINSOR, 2006a, p. 168 – tradução nossa).

Portanto, quando analisadas suas fontes, de uma maneira ou de outra sempre se chegam a esses mesmos autores que se recorrem na defesa do essencialismo na Biologia anterior à Darwin, principalmente no âmbito da taxonomia.

Reid (2009) complementa que ao acreditar em um Deus, ou numa criação bíblica, que pressupõe fixidez e imutabilidade, Lineu pode ter sido associado a um tipo de pensamento tipológico que foi relacionado erroneamente ao essencialismo aristotélico. Inclusive, é possível observar, como Müller-Wille (2013) analisa, que a crítica de Lineu a uma divisão lógica efetuada por naturalistas anteriores é muito forte.

Jansen (online) considera que Lineu rompeu de alguma forma com a tradição aristotélica em alguns pontos: a) retirou Deus e os anjos da hierárquica escala de perfeição ao mesmo tempo em que tornou a criação (animais e plantas) em uma natureza criada; b) defendeu o realismo enquanto considerou as pesquisas empíricas e as impressões sensoriais importantes no processo de definição das essências do gênero; c) deu um nome, palavra universal às coisas que antes eram polissêmicas que tornam-se por meio da linguagem signos; d) ampliou o papel da política nas pesquisas científicas na medida em que criou demandas de pesquisa, as novas espécies descobertas ocasionam benefícios econômicos bem como o envio de alunos para coletar espécies em diferentes países por meio da navegação abrindo rotas comerciais.

Um dos principais equívocos que partem da formação intelectual de Lineu, diz que a lógica seria um conteúdo que homens educados costumavam aprender na escola. No entanto, isso não significa que Lineu a tenha apreendido. Outro fator seria que a lógica aristotélica ensinada era focada na taxonomia das palavras e não das coisas, sendo essa a herança escolástica medieval a que se recorria. Assim, Winsor (2006a; 2006b) conclui que Lineu apenas se apropriou das palavras antigas como gênero e espécie para sua hierarquia classificatória para os seres vivos, e nada mais que isso. Segundo Winsor (2006a; 2006b) e

Müller-Wille (2007), Lineu teria criticado e desprezado totalmente as regras da lógica aristotélica.

2.5 Repercussões nas Ciências Biológicas.

A falsa ideia de um essencialismo contida na teoria e prática de alguns naturalistas, taxonomistas e biólogos repercute na Biologia de várias formas: dificulta a compreensão do trabalho realizado por esses sujeitos; assume um tipo de visão acrítica baseada em alguns relatos fundados por autores de prestígio e influência; leva a distorções contextuais e históricas; induz a pluralidade de interpretações sobre um determinado conceito (como é o caso do conceito de espécie); denigre imagens e contribuições de extrema importância na biologia (como o sistema nomenclatural e classificatório de Lineu); além de confundir e disseminar disputas e embates entre grupos de pesquisa.

A atribuição de ideias essencialistas ao monumental trabalho de Lineu tem causado recentemente intensos debates sobre a permanência do sistema de nomenclatura lineano bem como do sistema classificatório. Também se aponta que, uma vez que o sistema classificatório de Lineu não é evolutivo, é preciso abandoná-lo (QUEIRÓZ; GAUTHIER, 1994), ou ainda, apesar das mudanças sofridas nas categorias de Lineu, que passaram de 5 para mais de uma dezena, a lógica contida nelas não vale mais (AMORIM, 2002), devido às inclusões efetuadas.

Há quem ainda defenda o sistema lineano, bem como a possibilidade de adaptá-lo às necessidades atuais da Biologia, como defendem Nixon, Carpenter e Stevenson (2003) e Ruggiero, et al (2015), mais recentemente. Outros acreditam na importante tradição e estão resistentes a qualquer mudança. No ensino não é diferente, como também apontou Winsor (2006a), há décadas ensinamos conteúdos e conceitos baseados em fundamentos teóricos dos quais não sabemos a verdade e que também foram para nós repassados a partir de autoridades, professores e livros. Isso demonstra o quanto é importante que os professores tenham acesso à História, Filosofia e Epistemologia da Ciência na qual atuam. É fato que, conforme novos conhecimentos vão sendo construídos, mudanças se fazem necessárias. O que não se pode é justificá-las a custo de interpretações equivocadas, ou argumentos de interesse próprio.

Observamos, portanto, que Lineu não estaria fundamentado no essencialismo nem para o conceito de espécie e nem de gênero, e, como consequência, seu sistema classificatório não teria buscado refletir as essências imutáveis dos seres vivos. Embora Lineu tenha usado a palavra essência em suas obras isso não significa que o termo se pautava na lógica escolástica,

já que muitos outros significados para o termo se faziam presentes no século XVIII. Conforme também observamos variações de seu uso em uma de suas obras.

Lineu foi criado e educado com base no protestantismo luterano e, embora acreditasse em fundamentos religiosos, interpretava a natureza de forma um tanto quanto distinta, guiada por leis físicas, uma influência da ciência em desenvolvimento em seu tempo e também de figuras chave da Revolução Científica como Newton, Bacon e Descartes. Estes dois últimos em especial contrários à lógica escolástica (WINSOR, 2006b). O sistema classificatório de Lineu é tanto uma crítica aos sistemas precedentes considerados artificiais e metodologicamente dicotômicos quanto uma proposta para atender-se naquilo que se tinha de mais seguro e diferenciador como parâmetro de classificação: a reprodução das plantas, por isso seu sistema é sexual.

As obras de Lineu foram descontextualizadas e interpretadas de modos distintos, seja porque usou fundamentos religiosos em seus escritos, seja por usar de termos como gêneros, espécie e essência, uma estória que desempenha um papel danoso na prática e história da taxonomia biológica. Nas palavras de Winsor (2006b, p. 6 - tradução nossa), “infelizmente, a história do essencialismo tem tendido a enfraquecer o interesse pela rica e complexa história de como os taxonomistas, antes e depois de Darwin, lidaram com os desafios de comparar e identificar organismos do mundo real”. Para minimizar e corrigir esses danos “poderíamos começar por reconhecer que difamar Linnaeus distorce nossa compreensão de toda a história da sistemática”. Uma distorção que contribuiu para justificar, nos séculos XIX e XX, o menosprezo pela prática taxonômica efetuada até então na História Natural, conforme veremos no próximo capítulo.

CAPÍTULO III

**CRISE NA TAXONOMIA E REFORMA METODOLÓGICA NA CLASSIFICAÇÃO:
A BIOLOGIA DO SÉCULO XX**

Pouco se fala na literatura sobre o papel da taxonomia entre os anos de 1889 e 1923, embora a transição do século XIX para o XX e o contexto vivenciado tenham sido de grande impacto para esta ciência. A catalisadora das grandes mudanças na taxonomia teria sido a publicação da obra “A origem das espécies”, de Charles Darwin, em 1859, provocando entre outras coisas, uma grande reforma metodológica na classificação dos seres vivos efetuada a partir do século XX.

Neste capítulo, apresentamos os principais fatores que teriam desencadeado a crise na taxonomia bem como sua posterior reforma metodológica. Para isso, foi necessário recorrer à literatura em busca do período de maior efervescência intelectual na História da Biologia, ou seja, as décadas finais do século XIX e a primeira metade do século XX. Com esse resgate, poderemos compreender um pouco melhor porque a Biologia convive com tantas propostas classificatórias concomitantes.

3.1 As inquietantes ideias sobre as mudanças geológicas, os fósseis, as espécies e a idade da Terra.

De acordo com Varma (2013), no período entre Aristóteles e Darwin é possível observar uma extrema estagnação da classificação biológica, principalmente no que diz respeito à metodologia utilizada. Isso porque as inúmeras classificações que surgiram após Aristóteles guiaram-se fundamentalmente no enquadramento de novos seres à estrutura criada pelo filósofo grego, pouco acrescentando de mudanças às classes criadas. Além disso, esse período teria sido guiado pela concepção de espécies imutáveis e pela busca por caracteres essenciais para agrupar em hierarquias sem a expressão de algum tipo de relacionamento, portanto, lógicas antigas envolvidas em novas propostas de agrupamento. Estes são alguns dos motivos apontados pela autora para tal estagnação. Assim, classificações pautadas na essência dos seres ou num plano de Criação, bem como a própria naturalidade ou artificialidade decorrente dessas hierarquias, fazem parte da problemática defendida por Varma (2013) para o período que antecede Darwin.

Como vimos no capítulo anterior, alguns historiadores e filósofos da Biologia discordam dessa estagnação em alguns aspectos, alegando que Lineu foi quem rompeu com as

ideias aristotélicas no que diz respeito à classificação (DRURY JR. 1998; WINSOR, 2006a; 2006b; MÜLLER-WILLE, 2007; MÜLLER-WILLE; CHARMANTIER, 2012; JANSEN (on line)), realizando uma verdadeira reforma metodológica, a primeira que teria ocorrido na história da taxonomia (STOEVER, 1794; HAECKEL, 1911; FORD, 2009; MÜLLER-WILLE; CHARMANTIER, 2012).

O surgimento de ideias sobre um possível relacionamento entre as espécies e novas concepções sobre a influência do tempo na idade e na diversidade de vida do planeta Terra fizeram com que a classificação de Carl von Linné (Lineu) começasse a ser criticada. Consequentemente, não apenas a idade da Terra, mas o papel dos fósseis, da geologia e da distribuição geográfica foram focos de indagações que contribuíram para se repensar a classificação dos seres vivos. Embora de forma isolada da classificação, estas emergentes dúvidas exerceram grande influência na mudança gradual de pensamento que sofreram as classificações a partir do século XIX.

O tempo geológico da Terra já era questionado por Lineu e seguiu sendo objeto de estudo de muitos pesquisadores. No século XVIII, Buffon também questionou a pequena história geológica da Terra propagada um século antes que atribuía sua origem há apenas seis mil anos. Georges Cuvier, por sua vez, creditava à história do planeta grandes catástrofes que teriam causado a destruição de muitas espécies. Na época, as lacunas nos registros fósseis fortaleciam essas ideias, apesar de serem questionadas por geólogos como Charles Lyell.

Jean-Baptiste de Lamarck, então fixista, estava mergulhado num contexto intelectual em que se discutia, mas não se garantia a existência de seres vivos diferentes nos primórdios da Terra e muito menos uma transformação deles ao longo dos anos. Contudo, sua observação tornou-se mais acurada e sua percepção temporal assumiu outro posicionamento a partir de 1800 (MARTINS; BAPTISTA, 2007).

As mudanças na geologia da Terra que, hoje sabemos, causam elevações nas placas tectônicas, a ação do clima sobre o planeta e as evidências de fósseis marinhos em montanhas acima do nível do mar devem ter feito Lamarck rever sua concepção acerca da imutabilidade dos seres vivos.

Aqueles que observaram muito e consultaram as grandes coleções, puderam se convencer que à medida que as circunstâncias de habitação, de exposição, de clima, de hábito de vida, etc. venham a mudar, as características de tamanho, de forma, de proporção entre partes, de cor, de consistência, de duração, de agilidade e indústria para os animais, mudam proporcionalmente. [...] o que frequentemente não se sabe, ou mesmo se recusa a acreditar, é que cada lugar em si muda com o tempo de exposição,

de clima, de natureza e de qualidade, ainda que uma lentidão tão grande comparada à nossa vida que faz com que lhe atribuamos uma *estabilidade perfeita* (LAMARCK, [1806], 1907, p. 549- 550 apud MARTINS; BAPTISTA, 2007, p. 285:287).

Lamarck aos poucos empregou as mesmas causas de mudança da Terra aos seres vivos, aplicando a variação ininterrupta de diferentes causas naturais à diversidade de seres conhecidos. Para Lamarck, os seres vivos não seriam extintos ou substituídos, mas transformados lentamente. Além disso, rejeitou dois dos grandes pilares supostamente atribuídos ao aristotelismo na época: a essência de cada ser e o início sobrenatural e imutável. Dessa forma, a origem da vida no planeta teria sido natural, tendo a água e ambientes úmidos como locais ideais de sua formação. Os seres primários teriam surgido por geração espontânea e seriam simples. Posteriormente, esses organismos teriam formado ramos distintos: vegetais e animais, completam Martins e Baptista (2007).

É importante destacar que Lamarck organizou o pensamento pré-evolutivo com o transformismo (ou progressão) dos seres vivos a partir de uma base teórica existente, tanto na figura de Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon, que já chamava a atenção para as mudanças e variações biológicas, como nos escritos de Erasmus Darwin. Foi também Lamarck quem contestou a ideia de espécies verdadeiras. Para ele apenas a reprodução entre indivíduos semelhantes originaria espécies. Minerais não poderiam ser espécies, de modo que essa era uma das principais distinções entre seres vivos e não vivos. Stafleu (1971) acrescenta que foi nesse momento que Lamarck deixou de ser historiador natural para tornar-se verdadeiramente um biólogo. Contudo, suas ideias transformistas foram arduamente combatidas por Cuvier.

Para Cuvier, as camadas geológicas além de apresentarem épocas distintas, correspondiam a diferentes catástrofes que teriam eliminado os seres vivos da terra, por isso acreditava que os fósseis encontrados nessas camadas distinguiam-se uns dos outros, não apenas morfológicamente, mas na anatomia, quando comparados. Cuvier “demonstrou que se devia dividir o reino animal em quatro grandes grupos naturais” (HAECKEL, 1911, p. 41 - tradução nossa): vertebrados, anelados, moluscos e radiados. Segundo Cuvier, cada um desses agrupamentos corresponderia a indivíduos cuja estrutura era visivelmente distinta dos demais. Von Baer também chegou à mesma conclusão de Cuvier a partir de estudos embriológicos que caracterizaram as mesmas quatro divisões para os animais (HAECKEL, 1911). No entanto, nenhum deles discutiu a origem de tais distinções, que só poderia ser explicada pela hereditariedade, um tema ainda distante para a ciência da época.

Com a divisão do reino animal em quatro grandes grupos, Cuvier inaugurou um novo ramo de pesquisa, a anatomia comparada, além de propor uma classificação mais natural para o reino dos animais, que seguia até então a ideia de invertebrados e vertebrados e sua relação com a existência de sangue e o formato do coração, conforme disposto por Lineu.

A paleontologia também obteve grande destaque na ocasião. Embora a justificativa para a existência dos fósseis tenha recebido explicações diversas e, principalmente, metafísicas, desde a Grécia antiga, no século XIX, eles eram considerados documentos inestimáveis para desvendar a origem dos seres vivos. Nesse ponto, a classificação de Lineu tanto contribuiu com a classificação das espécies consideradas imutáveis na época, quanto para classificar as espécies extintas dos fósseis descritos por Cuvier.

3.2 As primeiras Teorias preditivas na Biologia.

A teoria dos cataclismos, que distinguia as espécies de acordo com as eras geológicas, conforme explicava Cuvier, foi combatida por Lamarck e outros pesquisadores que “afirmavam que as espécies animais e vegetais descendiam diretamente das do período precedente e somente representavam a posteridade modificada” (HAECKEL, 1911, p. 47 - tradução nossa). No entanto, Cuvier era considerado uma autoridade no assunto e a sociedade intelectual rejeitou as ideias de seu opositor, Lamarck.

A ideia de alteração gradual das formas era inviável a Cuvier que concebia as espécies como fixas na grande escala do ser e desafiava a existência de alteração das formas.

Por que motivo, dir-me-ão, as raças atuais não seriam modificações daquelas antigas que se acham entre os fósseis, modificações que tivessem sido produzidas pelas circunstâncias locais e mudanças de clima, e levadas a esta extrema diferença pela longa sucessão dos anos? Esta objeção deve principalmente parecer forte àqueles que creem na possibilidade de alteração das formas nos corpos organizados e que pensam que com os séculos e hábitos todas as espécies poderiam mudar umas nas outras ou resultar de uma só delas (CUVIER, 1812 apud PAPAVERO; TEIXEIRA; PRADO, 2013, p.250-251).

Desse modo, Cuvier atacava diretamente os transformistas, principalmente Lamarck. Para Cuvier, o principal equívoco dos transformistas era que, para acreditar numa modificação das formas, deveria haver vestígios que confirmassem essa ideia. A inexistência de vestígios dessas modificações graduais e até mesmo formas intermediárias (os chamados elos históricos) era a razão principal para as críticas às propostas transformistas. Já a ideia de

imutabilidade das espécies, por outro lado, era passível de comprovação, principalmente quando se referenciavam espécies submetidas a técnicas de embalsamento encontradas no Egito e as comparavam com animais do mesmo tipo ainda viventes. “[...] se essas espécies mumificadas há muitos séculos não diferiam das mesmas espécies então vivas, é porque não houve, nesse lapso de tempo, modificação alguma” (PAPAVERO; TEIXEIRA; PRADO, 2013, p. 255).

Os lamarckistas rebatiam. Se tais espécies se encontram nas mesmas condições que suas espécies antepassadas isso significa que não foram forçadas a mudar de hábitos. As réplicas permaneciam e Cuvier defendia que o estudo de todos os órgãos dos animais revelaria uma continuidade entre as espécies, assim como os fósseis atestavam. Para isso, estabeleceu a Lei da Correlação das Formas que postulava que nenhuma parte do organismo poderia mudar sem que as outras partes também mudassem. Nesse sentido, o pescoço da girafa não seria um argumento bom para a defesa de transformismo, na perspectiva de Cuvier, já que apenas um órgão teria mudado e não o organismo todo (PAPAVERO; TEIXEIRA; PRADO, 2013).

Com a Lei da Correlação das Formas de Cuvier, a Biologia teria, pela primeira vez, um poder preditivo, como na astronomia. Esse poder de previsão também auxiliaria a classificação uma vez que “uma só parte do animal que estivesse preservada daria uma pista para situá-lo dentro de um esquema de classificação” (PAPAVERO; TEIXEIRA; PRADO, 2013, p. 155).

A controvérsia não foi encerrada. Contemporâneo de Darwin, Louis Agassiz, já inimigo das ideias transmutacionistas e evolucionistas, encontrou em Cuvier um aliado para o combate ao darwinismo e tudo aquilo que ele representava na época. Agassiz considerou que classificação nada mais era que a leitura do homem sobre a natureza e que as categorias de Lineu eram criações divinas na natureza, devendo assim não serem questionadas. Haeckel (1911) foi seu mais profundo crítico e chegou a dizer que, na visão de Agassiz, o criador se divertiu por milhares de anos, criando, abolindo e recriando os seres na superfície terrestre, eliminando as formas sempre na busca da perfeição atingindo o fim supremo da criação tendo o homem a sua imagem.

Darwin, em “A Origem das Espécies” (1859), retomou a discussão iniciada por muitos pesquisadores acerca da imutabilidade ou modificação dos seres vivos, passando por Aristóteles e Buffon e detendo-se mais às propostas das causas e meios de modificações das espécies efetuadas por Lamarck. Darwin ofereceu, a partir de uma dezena de outros nomes anteriores a ele e contemporâneos, explicações para a diversidade entre os seres vivos que

empregaram o mesmo princípio da seleção natural e que se aproximam em maior ou menor medida de suas ideias e das de Alfred Russel Wallace. Com a publicação de “A Origem”, a ideia de uma natureza fixa se enfraqueceu ainda mais entre os naturalistas e algumas evidências evolutivas ganharam amparo teórico. Além disso, a obra de Darwin consistiu de uma Teoria que também proporcionou previsões acerca das modificações na biodiversidade.

Quando analisamos o problema da origem das espécies, compreendemos facilmente que o naturalista que analisa as afinidades mútuas dos seres vivos, suas relações embriológicas, sua distribuição geográfica, a sucessão ecológica e demais fatos semelhantes chegue à conclusão de que as espécies não devam ter sido criadas de maneira independente, mas que, da mesma forma que as variedades, descendam de outras espécies. [...]Estou totalmente convencido de que as espécies não são imutáveis, e que aquelas pertencentes ao que chamamos de *mesmo gênero* são descendentes diretas de uma outra espécie já extinta; do mesmo modo que as variedades constatadas de uma espécie descendem de um dos tipos daquela espécie. [...] a seleção natural foi o meio principal de modificação, porém não o único (DARWIN, 2004, p. 28- 31).

Darwin (1909) ressaltou que a classificação até então empregada pelos naturalistas tinha buscado refletir os desígnios do Criador, bastante evidente na importância dada ao gênero por Lineu para o qual essa categoria mostrava os caracteres das espécies.

Para Darwin, a busca pelo oculto presente em todas essas classificações seria explicada pela descendência com modificação. Segundo ele, as afinidades entre as espécies foram herdadas de um ancestral comum e não correspondem a “algum plano desconhecido de criação, ou a enunciação de proposições gerais, e a mera união e separação de objetos mais ou menos iguais” (DARWIN, 1909, p. 457 - tradução nossa). Desse modo, a Teoria da Evolução propunha olhar para os seres vivos, sua origem e modificação de outra forma. Nascia ali o entendimento de um parentesco entre as espécies de seres vivos ancorada na possibilidade desses seres serem organizados em analogia a uma árvore representando a descendência com modificação. Nesse processo, a morfologia não era prioridade, mas sim o conjunto de características importantes.

3.3 A taxonomia de Darwin.

Pode não parecer, mas a taxonomia foi o eixo central das preocupações de Darwin antes mesmo de viajar a bordo do *Beagle*. Winsor (2009) discute a situação de desvalorização desse campo de atuação e o desprezo dos próprios taxonomistas na era vitoriana. O fato,

entretanto, é que Darwin valorizava a taxonomia. Algumas obras literárias em sua época já chamavam a atenção para a pobreza da classificação lineana. A desvalorização dos próprios taxonomistas provinha de uma percepção de que trabalhavam seguindo sistemas estanques como os de Platão e Aristóteles num contexto em que eles nada respondiam além do que já se sabia.

Entre os anos de 1830 e 1840, Darwin escreveu em seus cadernos de pesquisa “B” a “E” sua intenção em elaborar uma teoria da classificação que se pautasse na descendência com modificação (OSPOVAT, 1995). A correspondência de Darwin com o naturalista inglês George Robert Waterhouse em julho de 1843 mostra um pouco dessas preocupações (DARWIN CORRESPONDENCE PROJECT, “Letter no. 684”).

Muitos naturalistas da era vitoriana já atestavam a possibilidade de algum tipo de relacionamento entre os organismos vivos e acreditavam que as classificações deveriam expressar essa condição. Mas o que Darwin percebeu ao manter correspondência com alguns deles é que as opiniões divergiam muito quanto à natureza do parentesco ou do relacionamento que consideravam para os organismos. Alguns deles apontavam as necessidades funcionais como elo. Para outros, seriam as forças embriológicas, e para alguns outros, como Darwin, a descendência a partir de um ancestral comum seria a natureza do relacionamento entre as espécies. Segundo Winsor (2009), apesar de paradoxal, essas divergências nas ideias de relacionamento entre os naturalistas foram bastante significativas, pois permitiram progressos isolados na ciência.

Em seu grande livro, Darwin provocou seus contemporâneos, herdeiros da tradição de Lineu. Darwin estaria alertando aos leitores especialistas ou não, de que era consenso entre os naturalistas que a hierarquia refletia a realidade observada na natureza, mas que muitas vezes se esqueciam da familiaridade envolvida nessa classificação (WINSOR, 2009).

Um fato admirável e que desconhecemos, talvez por estarmos muito familiarizados com ele, é que todos [os seres] se encontram reunidos em grupos e subordinados a outros grupos [...]. Os diversos grupos subordinados de uma classe qualquer não estão dispostos em uma única linha [...]. Se as espécies fossem criadas independentemente umas das outras, não se poderia explicar esse método de classificação; ele se explica facilmente, pelo contrário, pela hereditariedade e pela ação complexa da seleção natural, produzindo a extinção e a divergência dos caracteres [...] (DARWIN, 2004, p. 162).

Em outras palavras, o que Darwin quis dizer é que as opiniões divergentes acerca da natureza do relacionamento entre os organismos decorrem do esquecimento do próprio

enquadramento dado a eles na classificação, esquecimento decorrente da prática quase mecânica da taxonomia. Ora, se várias espécies se encontram juntas numa dada categoria, como a de família, por exemplo, é porque há um grau de parentesco que contradiz uma criação independente e, ao mesmo tempo, há também uma regularidade na natureza, como acreditavam Buffon, Lamarck e Jussieu.

O que não fica claro, até então, é como a visão de Darwin acerca das categorias de Lineu se difere da visão originariamente criada por este para a classificação (WINSOR, 2009).

Segundo Winsor (2009), a principal obra de Darwin não expressa a ordem lógica de seu próprio raciocínio. Darwin esboçou o diagrama da divergência em 1837 e a questão de como a seleção natural poderia ter causado essas mudanças só surgiu muito mais tarde, entre 1855 e 1857. Mas não seria a divergência o ponto central da taxonomia e sim “a relação entre a hierarquia lineana e a evolução por ramificação” (WINSOR, 2009, p. 44 – tradução nossa). Mais precisamente, a preocupação geral de todos os naturalistas estava em saber se categorias eram agrupamentos reais ou artificiais.

Para Agassiz, as classificações eram o ponto da História Natural no qual mais se tinham opiniões divergentes, embora todos eles concordem que se faz necessário um acordo para que animais e plantas sejam organizados de forma mais natural o possível. Contudo, enquanto alguns naturalistas reconheceram a artificialidade de seus sistemas, outros tentaram forçar suas classificações a expressarem relações naturais. Darwin por sua vez, ora usava a ideia de que os grupos eram naturais ora que refletiam combinações artificiais feitas por conveniência. De certa forma, Agassiz também adotou tal postura, a diferença é que para este, “cada nível da hierarquia representa um passo no processo mental de Deus” (WINSOR, 2009, p. 45- tradução nossa) resultando em categorias reais concebidas divinamente e não reais no sentido material. Duas obras opostas sobre classificação, escritas na mesma época e com atitudes com relação à taxonomia bastante semelhantes no que diz respeito ao uso do significado original do método herdado por Lineu.

Para ambos, o mundo vivo possuía uma classificação que lhe era inerente. Da mesma forma, ambos lidavam com os significados dos grupos taxonômicos e a necessidade de proceder segundo as convenções lineanas para nomear as espécies e enquadrá-las nas categorias existentes, e quando isso não fosse possível, proporiavam um novo grupo para contê-las (WINSOR, 2009).

Darwin, assim como outros, raramente questionava ou refletia sobre o significado dos agrupamentos lineanos ou a “naturalidade” deles. Contudo, desde muito jovem fazia uso deles

como um hobby primeiramente, com os besouros e depois no *Beagle* de forma mais científica. Mesmo como hobby, a prática do jovem Darwin era rigorosa, junto de seu primo Fox “usavam de textos-padrão, eles estavam familiarizados com os nomes e a aparência de todas as famílias de besouros e de muitos gêneros, estavam ainda ansiosos para colocar um nome da espécie em cada espécime” (WINSOR, 2009, p. 45 - tradução nossa).

Portanto, a taxonomia era a fundação da compreensão de Darwin, um fato que é obscurecido pela compreensão que se tem do rótulo que ele mesmo se atribuiu, o de naturalista. Muitas vezes se pensa num naturalista como alguém que vaga pela natureza observando, coletando e analisando, quando na verdade, no caso de Darwin, significava alguém cuja experiência na coleta, identificação, nomeação e preservação das espécies coletadas era nítida. Da mesma forma, a transição do pensamento criacionista de Darwin para uma natureza evoluída não se deu de uma hora para outra, mas a partir de reflexões que se somaram no *Beagle* e cresceram às discussões posteriores à viagem, já em março de 1837, quando analisou juntamente com o ornitólogo John Gould os espécimes trazidos para o museu. Ou mesmo nos debates acalorados das Sociedades Zoológica e Geológica das quais participou, de modo que não foram os bicos dos tentilhões de Galápagos seu insight, como muitas vezes lemos e ensinamos, complementa Winsor (2009). Darwin teria sido o fundador da taxonomia evolutiva, como também ressalta Mayr (1998).

3.4 O nascimento da ideia de filogenia.

O que teria interessado Darwin e, posteriormente, contribuído com o entendimento do enquadramento da natureza foram às informações sobre fósseis e sobre a distribuição geográfica, assuntos que muitas vezes são tomados como separados da taxonomia. Para Agassiz, esses também foram assuntos importantes para tratar dos seres vivos. Os fósseis coletados por Darwin, quando estava a bordo do *Beagle*, correspondiam a objetos que seriam expostos como parte da História Natural (WINSOR, 2009). Browne (2011, p. 152) ressalta que Darwin, e seu círculo de amigos,

[...] estavam na vanguarda da grande explosão de interesse popular por história natural que caracterizava o início do período vitoriano: aquele período em que conchas, samambaias, minerais, insetos, flores, algas, fósseis, pássaros e todas as curiosidades naturais eram colecionadas por prazer e afetuosamente organizadas em armários específicos ou utilizados para decorar uma incrível variedade de objetos domésticos [...] (BROWNE, 2011, p. 152).

No entanto, ao chegar da viagem, os fósseis tornaram-se material de estudo e fonte de sua reflexão para pensar a origem dos seres vivos na medida em que, ao classificá-los, notou que muitos se enquadravam em categorias lineanas juntamente a organismos modernos (WINSOR, 2009). Darwin estaria esperando que categorias novas e separadas daquelas conhecidas por espécie, gênero, família e ordem já existentes fossem necessárias para enquadrar os fósseis? Será que esperava alguma semelhança entre os fósseis e os seres existentes, mas não um tipo de relacionamento tão próximo?

Em seu primeiro achado, quando velejava rumo a uma enseada em Buenos Aires em setembro de 1832, Darwin ficou encantado com a riqueza de sua descoberta. Disse: “Alguns daqueles animais deviam possuir grandes dimensões: tenho quase certeza de que muitos deles são completamente novos, o que é sempre agradável, mas com animais antediluvianos é duplamente agradável” (DARWIN, correspondence, v.I, p. 276 apud BROWNE, 2011, p. 310). A fala de Darwin nos sugere que esperava algo completamente novo em se tratando de fósseis antigos. Isso pode ser corroborado pelo fato de, inicialmente, com a ajuda da literatura, Darwin ter acreditado que esses fósseis pertenciam ao *Megatherium*, um tipo de preguiça. Somente em Londres, quando os especialistas analisaram os fósseis, chegou-se à conclusão que se tratava de um tipo de tatu gigante. Um fato que intrigou Darwin foi a existência de conchas fossilizadas juntas aos ossos, conchas essas que Darwin tinha clareza de pertencerem a espécies vivas que encontrou nas praias da América do Sul. Essa conclusão o levou a pensar que, se ambos estavam juntos, significava que esses animais gigantes viveram em um passado recente, mas se não eram recentes, como estariam em depósitos de uma época posterior, questionou-se (BROWNE, 2011).

De todos os achados fósseis posteriores de Darwin, igualmente incríveis, os de Buenos Aires foram os que mais o intrigaram devido à questão das conchas presentes e a temporalidade envolvida naquela anomalia. Foi aí que entrou com mais precisão às questões de distribuição geográfica. Algum tempo depois do achado desses fósseis e seu encaminhamento a Londres, Darwin aguardava notícias, quando chegou o segundo volume da obra de Charles Lyell “Princípios de Geologia” na qual encontrou uma resposta - ainda que provisória - à questão que tanto lhe perturbava.

Ele concluiu que seus animais gigantes deviam ter vivido e se extinguido durante a época geológica anterior. Os ossos encontrados enquanto ele esperava por FitzRoy provavelmente haviam se fossilizado quando a costa leste lentamente afundou no mar e só vieram à tona devido a uma posterior e

também gradual elevação da terra. [...] os outros ossos, os primeiros, encontrados em 1932 com as conchas marinhas, tinham uma história ligeiramente diferente: os animais deveriam ter sido arrastados até o mar pelos rios, quando o litoral dos pampas se encontrava mais no interior que hoje. Em seguida, cobertos por sedimentos do estuário e por fragmentos de conchas marinhas, eles se elevaram acima da superfície, como o resto. Dessa maneira, ele argumentou em seu caderno, mamíferos terrestres puderam ser encontrados enterrados com moluscos do litoral. A disparidade entre os animais e as conchas, aqueles extintos enquanto estas evidentemente sobreviveram até os dias atuais, foi explicada pela suposição baseada em Lyell de que os animais de sangue quente e os invertebrados marinhos viveram na Terra por períodos diferentes. [...] Lyell estava convencido de que não tinha havido extinções em massa de animais e plantas no passado e que as espécies haviam chegado ao fim do seu ciclo natural, diminuindo gradualmente em número [...] sem deixar descendentes (BROWNE, 2011, p. 356).

Darwin encontrou em Lyell hipóteses com que se preocupar. Algumas deficiências nesses argumentos são hoje nítidas para nós, como o fato de haver todo o tipo de classe animal vivendo concomitantemente, o que rejeita a teoria de Lyell, mas o que na época deixou Darwin inquieto foi o tipo de alimentação dos animais. Assim como Agassiz, Darwin ficou impressionado com essas correlações, ambos buscaram, independentemente, padrões e relações, usando a taxonomia como base para elas. Por isso, Winsor (2009) acredita que a taxonomia foi o principal fator que fez Darwin pensar em uma evolução ramificada, ou com descendência.

Assim, quando se questiona porque a taxonomia tem tanta importância na Teoria de Evolução não é porque a Teoria permite explicar melhor como classificar, ao contrário, as espécies “mostram” por meio da Teoria como estão dispostas na natureza, enquanto a teoria interpreta essa relação. Isso permitiu a Darwin esboçar uma forma de expressar esse conhecimento, que foi por meio de ramificações de descendência.

Além de fazer uso da tradição classificatória de Lineu desde sua juventude, Darwin, ao viajar no *Beagle*, iniciou uma série de reflexões sobre esse método e parece até mesmo elogiar as formas com que os taxonomistas a usavam para gravar as maravilhas da natureza, como certa vez mencionou. Winsor (2009) ressalta que a problemática em torno do papel da taxonomia em Darwin diz respeito à relação entre a hierarquia de Lineu e a evolução por ramificação.

No capítulo XIV de “A origem” fica claro o que diferenciou a visão de Darwin acerca das categorias hierárquicas da visão de Lineu para essas mesmas categorias. Da mesma forma, neste capítulo, Darwin explicou como a classificação pode ser natural quando se considera a descendência.

No mesmo capítulo Darwin ainda explica que é a semelhança percebida entre os seres vivos, semelhança esta que percorre gerações, que permite que os seres vivos sejam classificados em categorias, subordinadas umas às outras. Em seu modo de ver, essas categorias subordinantes e subordinadas expressam a hereditariedade entre as espécies e não um arranjo artificial de semelhança morfológica. Ressalta que seria muito simples se os grupos se distinguíssem uns dos outros por seus hábitos alimentares apenas, mas mesmo dentro de um grupo há vários desses hábitos distintos que por si só não explicam por que estão reunidos numa mesma categoria. Além disso, a mudança é constante, ou em outras palavras, “os descendentes modificados de um único ancestral acabam se dividindo em grupos subordinados a outros grupos” (DARWIN, 2004, p. 472).

Darwin não dá um significado a cada categoria hierárquica lineana, mas faz com que elas sejam explicadas a partir de sua teoria da descendência. Dessa forma, espécies distintas de um mesmo gênero, produzem descendentes ao longo de milhares de anos podendo gerar (o que frequentemente ocorre) espécies distintas da ancestral, novas classes e, ao longo de muitas e muitas gerações, espécies de gêneros, subgêneros ou famílias mais ou menos próximos uns dos outros. É isso que seu único diagrama procurou ilustrar.

Morrison (2012) discute que o diagrama original é invertido, com relação ao que conhecemos publicado, e que Darwin fez melhorias nele quando percebeu a importância do papel da divergência sobre as espécies. A inversão da interpretação faz mais sentido em decorrência da consideração dos fósseis como registros ancestrais. Outro aspecto é que o diagrama que conhecemos é uma síntese das ideias de seleção natural e origem das espécies juntas e não sua versão preliminar.

Ainda sobre o sistema hierárquico lineano, Darwin diz que a disposição escolhida pelos naturalistas para ordenar as espécies em gêneros, famílias e classes, por vezes assume diferentes interpretações. Para alguns, trata-se de uma forma útil para com uma palavra, generalizar aspectos mais comuns, como ao usar a palavra carnívoro para se referenciar aos mais distintos tipos de cães. Para outros naturalistas, esse sistema representa os desígnios de um criador, mas os próprios adeptos não sabem dizer se seria um plano espacial ou temporal. Para Darwin, há algo para além do que a simples semelhança morfológica nas classificações, ou, melhor dizendo, as semelhanças são causadas pela descendência, sendo este o fator que vincula todas as categorias. Contudo, outra coisa estaria escondida. Trata-se do ancestral comum, pois sem um ancestral,

as modificações expressas na descendência não fariam sentido. Desse modo, “toda classificação é genealógica, e a descendência é o lugar secreto que os naturalistas têm

procurado, e não algum desconhecido plano de criação, ou o enunciado de proposições gerais, ou o simples agrupamento e separação de seres um pouco semelhantes” (DARWIN, 2004, p. 479).

Portanto, a subordinação dos grupos em categorias significa que, apesar de seu parentesco com um ancestral comum, as espécies podem diferir em muitos graus de modificação, gerando esses agrupamentos. “Desta maneira, segundo penso, o sistema natural é genealógico no seu arranjo, uma espécie de árvore genealógica, mas os graus de modificação dos diferentes grupos terão de ser expressos classificando-os sob os diferentes agrupamentos que chamamos de gêneros, subfamílias, [...]” (DARWIN, 2004, p. 480).

A diferença conceitual das categorias hierárquicas de Lineu em Darwin é bastante nítida. Diferentemente de Lineu, não se consideram caracteres específicos ou conjuntos de caracteres mais importantes, como no caso dos órgãos reprodutores nas plantas. O alicerce que sustenta a classificação de Darwin é genealógico e por isso, natural. A classificação genealógica, na opinião de Darwin, supriria as necessidades dos naturalistas obtendo sua preferência por esse tipo de sistema, uma vez que,

[...] apesar das alterações sofridas pelos descendentes, o princípio da hereditariedade juntaria as formas que se aproximassem no maior número de características. [...]Uma vez que a descendência tem sido universalmente usada na classificação dos indivíduos da mesma espécie, sendo os machos, as fêmeas e as larvas algumas vezes muito diferentes, e como tem sido usada para classificar variedades que sofreram algumas modificações, não poderia esse mesmo fator (a descendência) ter sido usado para agrupar as espécies na categoria dos gêneros, e esses em categorias ainda maiores? (DARWIN, 2004, p. 481: 483).

Um sistema natural para Darwin refletiria a origem ancestral, as modificações ocorridas ao longo do tempo e não se basearia em agrupamentos por similaridade desta ou daquela característica, até porque algumas delas são semelhanças adaptativas. Isso quer dizer que não é por que golfinho e tubarão se assemelham em morfologia que tenham parentesco ou que pertençam a uma mesma classe.

3.5 A implicação da Teoria da Evolução na classificação dos seres vivos.

Os diferentes princípios da Teoria da Evolução afetam a classificação dos seres vivos diretamente, pois retiram a ideia de um plano Criador para as espécies bem como sua natureza fixa estabelecendo um motivo natural para seu agrupamento. Considerando um ancestral

comum para as espécies, Darwin nos leva a pensar que algum fator causa as mudanças entre os seres vivos. Essas mudanças são visualizadas por meio da descendência, não apenas entre espécies, mas também entre gêneros, famílias etc. A causa da divergência dos caracteres ao longo dos milhares de anos e também da extinção são explicadas, entre outros mecanismos, por meio da seleção natural.

Darwin não deu só um argumento explicativo para as mudanças ocorridas entre as espécies, como forneceu também um esquema teórico de seu argumento ilustrando como a descendência com modificação pode ocorrer em um grupo de espécies gerando outras com traços da ancestral, mas com linhagens bastante diferentes. Assim, a classificação dos seres vivos a partir de Darwin pressupõe algum tipo de relacionamento entre os seres vivos. Relacionamento que começou na tentativa de delimitar uma origem comum a todos os seres tendo a evolução como processo de sua modificação ao longo dos tempos e que, com o aumento dos conhecimentos biológicos, agregou ao relacionamento considerações ecológicas, genéticas, entre tantas outras.

Embora a Teoria da Evolução tenha recebido inúmeras críticas logo após sua divulgação, também contou com grandes seguidores que de imediato procuraram aplicar os pressupostos darwinistas no que diz respeito à classificação. Ernest Haeckel foi um dos primeiros a propor uma classificação baseada na descendência. Fato que tão rápido apareceu quanto foi criticado.

Agassiz, em 1869, criticou a classificação de Haeckel ao mesmo tempo em que reforçou sua aversão ao darwinismo, acusando o alemão de ter criado uma classificação baseada na transformação das espécies através de gerações, sem provar se de fato esses seres descendiam uns dos outros. Além disso, para Agassiz, Haeckel não retomou nenhum conhecimento anterior acerca das afinidades dos animais e monopolizou o conhecimento. Outras críticas se devem à artificialidade de sua classificação.

Haeckel e Darwin se corresponderam por alguns anos, este último até mencionou, ainda que de modo bastante superficial em uma das reedições de “A origem”, que Haeckel estava desenvolvendo uma filogenia ou linhas genealógicas para todos os seres vivos e que esse trabalho deveria mostrar como a classificação seria tratada no futuro. Nada mais foi dito. Entre cartas, por outro lado, muito foi discutido. Haeckel enviou suas obras a Darwin, que comentou e solicitou de Huxley opiniões a respeito. Darwin também se queixou ao amigo sobre o constante uso de palavras gregas e novas definições que o alemão apresentava, tais como ontogenia, filogenia e ecologia (DARWIN CORRESPONDENCE PROJECT, “Letter

no. 5315”) e teria sugerido a Haeckel simplificar tais palavras eliminando aquelas supérfluas (DARWIN CORRESPONDENCE PROJECT, “Letter no. 6474”).

A obra de Haeckel, no que diz respeito à classificação, decorre de uma série de pensadores. De Cuvier adotou o sistema de classificação, de Johann Wolfgang von Goethe usou o termo “morfologia”, de Lamarck retomou os mecanismos de herança transferindo tudo isso a um quadro darwiniano que chamou de filogenia. Haeckel também foi responsável pela inclusão na literatura de diversos termos *ad hoc* à teoria darwinista, tais como: ecologia, filo, filogenia, ontogenia, protista, gástrula, blástula, mórula, e alguns outros. Haeckel deu importância principalmente a caracteres embrionários e em apenas um ano teria agrupado numa árvore representativa todas as formas de vida. Ele estaria emocionalmente motivado, após a perda da esposa e prima Anna. Fato este apontado como sendo o motivo da postura rancorosa de Haeckel e da descrença de qualquer tipo de espiritualidade (OJALA; LEISOLA, 2007). Assim se expressou a Darwin:

Tenho apenas 30 anos, mas um golpe do destino destruiu todas as perspectivas de felicidade na minha vida, e isso me deixou tão maduro, determinado e imune a elogios e críticas, que, não me deixo governar completamente por influência externa de qualquer tipo, perseguirei um objetivo em minha vida, ou seja, divulgar, apoiar e aperfeiçoar sua teoria da descendência (DARWIN CORRESPONDENCE PROJECT, “Letter no. 4555” – tradução nossa).

A busca de Haeckel foi encontrar um modo de reconstruir a árvore genealógica da vida que Darwin considerou ser a forma mais adequada de se representar o sistema natural. Sua produção foi além de uma representação para a classificação dos organismos, contou também com vocabulários específicos, uma lei biogenética que recapitula a filogenia estabelecendo ancestrais e uma filosofia científica.

O alemão considerou a geração espontânea como a base da árvore e ilustrou essas gerações de forma independente para a origem dos animais, outra para as plantas e outras para os protistas e as moneras representando as formas de vida mais simples. Na classificação de Haeckel a importância era dada ao filo e não a categoria de reino, sendo aquela sua mais alta categoria, por isso filogenia. A anatomia comparada e a embriologia de Cuvier e Von Baer, respectivamente, foram consideradas. A visão de Haeckel, apesar de filosoficamente guiada pela evolução e pelas ramificações genealógicas, foi representada em diagramas lineares. O problema concentra-se também nos termos designados. Para Haeckel, não existiria a pré-formação, ou seja, estruturas adultas nos estágios de desenvolvimento embrionário. Mas a

ontologia de um organismo implicaria na sua filogenia. Em outras palavras, entender a história do desenvolvimento de um organismo a partir do ovo até seu estágio adulto representaria uma série linear de fases cada vez mais complexas. Desse modo, a ontogenia seria um processo de modificação ao longo do desenvolvimento do ser. Já a filogenia consistiria de uma série de estágios morfológicos através do qual os antepassados desse organismo passaram durante a sua evolução paleontológica. Essa ideia linear leva ao entendimento de uma cadeia de ancestrais. A cadeia de antepassados é uma linhagem genealógica constituída por organismos reais, enquanto a filogenia refere-se a uma série de estágios morfológicos. Assim, o filo representaria essa cadeia ancestral e a filogenia, a história evolutiva desse filo (DAYRAT, 2003).

Esses postulados, contidos na Lei Biogenética de Haeckel revelavam, portanto, as principais etapas morfológicas de um organismo e não seus ancestrais. E sua distribuição na árvore contou também com a ideia de melhoramento e progresso que ocasionou sua influência ao movimento eugênico. Para o alemão, a seleção natural teria suas consequências óbvias: diferenciar, multiplicar e progredir as espécies. “A lei do progresso ou do aperfeiçoamento estabelece um fato extremamente importante, em razão da experiência paleontológica, que, em períodos sucessivos da história da Terra, ocorreu um aumento contínuo na perfeição de formações orgânicas” (HAECKEL, 1876b, p. 276 apud DAYRAT, 2003, p. 524 - tradução nossa).

A linearidade e a ideia de progresso estavam antes mesmo na obra de Lamarck e embora Darwin não negasse a progressão, considerava que o melhoramento das espécies poderia ocorrer em todas as linhagens, diferente de Lamarck e Haeckel que consideravam que apenas algumas linhagens progrediriam. Lamarck (1809 apud DAYRAT, 2003) explicou que, em sua classificação, considerou a mesma gradação presente na diversidade. Os mais imperfeitos estando no início e os mais perfeitos na extremidade dessa gradação.

Dessa forma, Haeckel, apesar de estar motivado pelas ideias darwinistas e ter sido um ávido defensor e divulgador dessas ideias, agrupou em suas obras pensamentos diversos e que remontam a diferentes perspectivas filosóficas. A escala de perfeição é apenas uma delas. Essa escala para os seres era, na perspectiva de Lamarck, distinta entre animais e plantas, havendo duas linhagens de progressão que causavam as transformações nas espécies. Na mesma época, Bonnet também aceitava a escala de perfeição, mas, orientado por uma perspectiva criacionista de imutabilidade. Bonnet considerava uma única escala que ligava os seres inferiores como esponjas e corais aos superiores como plantas e animais. Haeckel, por sua vez, considerou várias escalas de perfeição, várias árvores contendo vários filios, mas

apenas um tronco quando havia uma única escala de progresso para determinados organismos e, de modo similar, vários troncos quando entendia que alguns grupos particulares pertenciam a mais de uma escala de progresso (DAYRAT, 2003). De modo geral, a classificação de Haeckel tem como base sua explicação para a origem da vida na qual “os ancestrais de todos os outros, devem ter sido as moneras” (HAECKEL, 1911, p. 320 - tradução nossa), unicelulares, sem estruturas e por isso inexistentes nos achados fossilizados. O fato de animais e plantas serem compostos por várias células, mas, iniciarem a partir de um único ovo, que é uma célula, dá a Haeckel justificativas para a evolução a partir das moneras.

Enquanto que certas moneras conservaram a simplicidade de sua organização primitiva, outras transformavam-se pouco a pouco em células e em um núcleo interno [...] as moneras, originaram quatro espécies diferentes de plastídeos ou indivíduos primários, donde descenderam todos os organismos por diferenciação e associação. Mas as moneras são a fonte original de toda a vida (HAECKEL, 1911, p. 322-tradução nossa).

Segundo Dayrat (2003), Haeckel jamais mencionou sobre a *scala naturae* em qualquer uma de suas obras, o que indica que apesar de aplicação de influências contrárias às suas defesas ao darwinismo, queria preservar sua reputação. Suas árvores também devem ser entendidas como estados morfológicos baseados no desenvolvimento embriológico (ontológico) do organismo e não em linhagens genealógicas, até porque ele era desfavorável às leis genéticas de Mendel. Haeckel, portanto, não chegou a aplicar de fato as ramificações defendidas por Darwin, e a filogenia, termo que cunhou, sofreu modificações conceituais, passando a ser utilizado na virada do século XIX para o XX para representar árvores evolutivas.

3.6 O contexto da ciência Taxonomia na virada do século XIX para o XX, um palco de crises à parte.

Embora a importância da classificação biológica para o século XIX pareça óbvia no contexto histórico que apresentamos na seção anterior, a história nos bastidores não aconteceu desta forma. A taxonomia de Darwin não era até então reconhecida, de modo que na História da Biologia do século XX há uma lacuna que precisa ser preenchida no que diz respeito à taxonomia. Essa lacuna é discreta, na medida em que se acredita que, a partir de Darwin tudo mudou em matéria de classificação dos seres vivos e que um novo mundo teórico surgiu sem grandes atropelos. Na realidade, a taxonomia enquanto ciência apresentou mudanças significativas justamente nesse período, entre elas, o abandono de profissionais que buscavam

campos mais promissores de pesquisa e a constante crítica de que suas técnicas estavam ficando ultrapassadas diante das novas tecnologias e conhecimentos dos anos 1900.

3.6.1 O contexto taxonômico na botânica.

O botânico americano Hitchcock (1916) nos fornece um relato acerca deste cenário. Segundo ele, na botânica, o século XIX marca o aparecimento de ramos paralelos para o estudo das plantas. Conseqüentemente, esses novos ramos competiam com a taxonomia pela supremacia, sendo esta última relegada a uma posição inferior e antiquada ao final do século, o que ocasionou o baixíssimo interesse dos novos profissionais para a área. Igualmente, observaram-se poucos trabalhos apresentados na sociedade botânica e a redução do ensino da taxonomia botânica nas instituições. Para Hitchcock (1916), tal fato vincula-se ao contexto histórico bem característico.

A sistemática botânica teve seu auge entre os séculos XVIII e XIX, precisamente nos anos de 1790 a 1850, em grande parte devido a Lineu e seu sistema classificatório que permitiu prestígio científico ao que até então era um mero processo de reconhecimento das plantas, excetuando-se quando esse procedimento era voltado à prática médica e utilitária, estimulando a exploração botânica. Distinguir e descrever a espécie tornou-se um trabalho árduo. Coleções passaram a receber inúmeras espécies provenientes das expedições. O microscópio, mesmo que rudimentar, foi o avanço tecnológico que permitiu à taxonomia botânica ampliar seu campo de atuação, frente a um contexto científico em que a Química e a Física moderna apenas engatinhavam. No momento em que o teste de teorias por meio da experiência tornou-se requisito para a ciência, a Química foi impulsionada pela descoberta do oxigênio, em 1774, entre outras importantes teorias. O microscópio foi melhorado e a anatomia das plantas tornou-se o novo interesse dos botânicos, seguido pela fisiologia vegetal.

A teoria da criação das espécies também foi trocada, da criação especial para a evolução. Com os requisitos para tornar-se uma ciência experimental, os vários ramos da botânica (anatomia, fisiologia, reprodução, etc.) tornaram-se atraentes aos intelectuais. Conseqüentemente, a área que mais tinha trabalhadores, a taxonomia, passou a perdê-los em grande proporção. Dessa forma, alguns fatores podem ter contribuído para essa falta de interesse profissional: a percepção de que a taxonomia tinha se tornado obsoleta; o pouco conhecimento sobre a área obtido na formação inicial; o surgimento de novas e promissoras áreas como morfologia e fisiologia; a reputação científica; e, até mesmo o retorno financeiro teriam sido os argumentos para a não escolha da taxonomia como campo de trabalho.

Acredita-se ainda que a mudança na nomenclatura tenha prestado um papel desfavorável à taxonomia, pois a constante mudança dos termos visando a padronização das espécies teria soado como uma das instabilidades da área (HITCHCOCK, 1916).

Apesar de todos esses motivos, nada teria sido mais preponderante para o declínio da taxonomia botânica do que o fato de não existir um método experimental satisfatório para discriminar as espécies. Diferentemente das ciências Física e Química, que estavam no auge dos testes e predições de resultados, a taxonomia foi um dos poucos ramos da botânica que não empregavam nenhum teste definitivo visando provar seus resultados, complementa Hitchcock (1916).

3.6.2 O contexto taxonômico na zoologia.

Em zoologia, a retomada histórica é mais complexa. Não há trabalhos que tratem do campo de atuação da taxonomia zoológica na passagem entre os séculos XIX e XX, exceto quanto às inúmeras descrições e descobertas de novas espécies, principalmente provenientes de expedições ao redor do planeta. Nesse sentido, é difícil saber se houve e como ocorreu a transição dos zoólogos taxonômicos para as atividades da emergente biologia, tais como genética, ecologia etc. Recentemente, Kohler (2014) nos ofereceu um esboço relativamente significativo para a época.

Kohler (2014) relata que após a efervescência da atividade taxonômica visualizada na época de Lineu, um segundo período pode ser notado entre os anos de 1830 e 1840 na zoologia. Posteriormente, uma terceira onda de efervescência foi caracterizada entre os anos de 1890 e 1900 e uma última entre 1960 e 1970. Segundo o autor, muitos acreditam que a taxonomia tenha sido eclipsada pela prática laboratorial na transição dos séculos XIX para o XX. Contudo, esse período é considerado por ele como a “idade do ouro da sistemática” para a zoologia, em grande parte devido às centenas de viagens e expedições promovidas para coleta de espécies principalmente encabeçadas pelos americanos.

Entre os séculos XIX e XX a taxonomia zoológica mudou significativamente suas práticas, quando comparadas a de outros períodos. Isso porque se objetivava um inventário completo das espécies das regiões exploradas cruzando com informações já existentes e revisando-as, além, é claro, de o motivo por trás dessa mudança também ser diferente. Kohler (2014) explica que não apenas o interesse científico estava em jogo, mas também a exploração de divisas territoriais e a valorização da cultura ao ar livre. Desse modo, enquanto na época de Lineu a influência externa à ciência para o campo taxonômico foi

preponderantemente, assim como a economia política e a expansão comercial, no final do século XIX, observa-se o interesse e a oportunidade de explorar novas áreas geográficas, seguidos pelo despertar das atividades de lazer que caminhavam juntas com possibilidades de coletar e nomear espécies no campo.

Com o aumento na coleta de espécies já nomeadas e descritas, bem como o aumento de exemplares com variações daquelas espécies, veio também a confusão de nomes e redundância nos dados. Foi um intenso período de grande trabalho aos classificadores que deveriam corrigir publicamente os erros cometidos (KOHLENER, 2014).

Ao discorrer sobre a zoologia ensinada no Brasil nas primeiras décadas do século XIX, Lorenz (2007) nos ilustra os principais conteúdos enfatizados na época. Herdada do contexto intelectual e acadêmico francês, a disciplina de Zoologia ministrada no Colégio Imperial de Dom Pedro II, no Rio de Janeiro, correspondia ao “estudo dos caracteres, usos e costumes dos animais”. Esta ciência era dividida em Zoologia Geral, para o estudo de anatomia e fisiologia comparada, e “Zoografia ou Zoologia Descritiva, que agrupa os animais de acordo com um sistema de classificação”. Outras disciplinas versavam sobre fósseis, monstros animais e sobre a história da espécie humana. “Durante aquele século, os textos costumavam dedicar um grande número de páginas à classificação de animais em tipos e subtipos, de acordo com as linhas gerais do sistema taxonômico de Cuvier” (LORENZ, 2007, p. 136-137).

Mas, nas últimas décadas do século XIX algo mudou na zoologia, embora não esteja tão claro quanto na Botânica.

Fizemos uma retrospectiva do final do século XIX e ficamos maravilhados com o que ela gerou. Aqui, no limiar do século XX, é natural que nos perguntemos o que acontecerá. As mudanças serão tão grandes, e, principalmente, em que direção avançará? Estou mais satisfeito em considerar essas questões por três razões: Primeiro, porque podemos usar a história para formular previsões; Segundo, porque a tentativa pode, possivelmente, influenciar um pouco o desenvolvimento futuro da zoologia; E terceiro, porque a tentativa é razoavelmente segura, já que nenhum de nós saberá tudo o que o século trará (DAVENPORT, 1901, p. 315 - tradução nossa).

Alguns autores acreditam que a morfologia foi a área de atuação que mais decaiu quando comparados os séculos XIX e XX (DAVENPORT, 1901; BURR, 1929). A zoologia teria requerido estudos anatômicos e comparados, juntos transformando-se no método zoológico fundamental. A anatomia comparada tornou-se, dessa forma, uma ciência independente da taxonomia zoológica. A embriologia, quando surgiu, era apenas descritiva e aos poucos se tornou comparativa desencadeando o surgimento da citologia, histologia e

fisiologia comparada. A distribuição geográfica também passou a ser preocupação da zoologia, que deixou de apenas coletar dados e passou a interpretá-los (DAVENPORT, 1901).

Uma crítica bastante comum na época é representada nas palavras de Davenport (1901, p. 316 - tradução nossa): “Há apenas uma classe de zoólogos que eu gostaria de apagar, e essa é a classe cuja nomeação imprudente de novas ‘espécies’ e ‘variedades’ serve apenas para estender o trabalho e as mesas do caçador de sinônimo consciencioso”. O autor se refere aos taxonomistas “antiquados” como os caracterizou, alertando-os da sua efêmera passagem pela zoologia do século XX. Ao que parece, o autor não nega que muitos animais precisariam ser estudados, identificados e nomeados, mas sim a forma com que aqueles faziam esse trabalho.

Artigos da mesma época apresentam as mesmas queixas. Jordan (1912) menciona a perda inestimável de tempo e intelecto de muitos zoólogos que, após a criação de alguns nomes sistemáticos, descobrem que outras denominações devem tomar seus lugares. O mesmo acontece com taxonomistas profissionais e estudantes que se dedicam ao estudo das relações geográficas e das relações entre outras espécies ao serem informados que seus trabalhos, tentando arrumar a confusão dos grupos, serão postos de lado em detrimento de uma prioridade de ordenação. Em síntese, o trabalho é um apelo para que a Comissão de Nomenclatura do Congresso Zoológico Internacional reavisasse as regras de prioridade em nomes de animais entre outras adotadas.

Novos sistemas de nomenclatura como o sistema numérico (JORDAN, 1911) e o sistema trinomial ao serem propostos teriam causado esse alvoroço na zoologia sistemática do período. Davenport (1901) menciona que a nova era traria distinções baseadas quantitativamente por meio de medições, além de avançar para além dos trinômios. De qualquer modo, o autor prevê o declínio do sistema lineano. O novo sistema reconheceria, por exemplo, como *Mephitis mephitis* 74 uma das espécies de gambá listrado conhecidas entre o sul do Canadá, Estados Unidos e norte do México.

Paleontólogos e neontólogos¹⁴ também expuseram a dificuldade da área no que diz respeito à classificação. Apesar da facilidade e utilidade prestada pelas classificações “naturais” do passado, [...] elas estão desatualizadas e até mesmo enganosas hoje. [...] os caracteres dos organismos não permanecem fixos por muito tempo. [...] Uma confusão considerável surgiu através das inevitáveis diferenças nas bases de classificação utilizadas [...]” (HAWKINS, 1936, p. 61 - tradução nossa).

¹⁴ Termo utilizado para nomear estudiosos de seres ainda vivos, em contraste com os paleontólogos que se ocupam do estudo dos fósseis, em geral, já extintos.

Observa-se que há uma significativa distinção entre os campos da Botânica e da Zoologia quando da transição para o século XX. Alguns fatores dessa distinção podem ser apontados.

A Botânica, diferentemente da Zoologia tinha avançado muito. A facilidade na visualização de órgãos; a preservação de tecidos; entre outros fatores são alguns dos motivos do avanço no estudo das plantas. Assim, quando novos campos de trabalho surgiram parecia não haver muito mais com que a taxonomia botânica se ocupar. Faz sentido que, por isso, muitos desses profissionais tenham se deslocado para novas e mais promissoras atividades. A Zoologia, por sua vez, conviveu desde muito cedo com problemáticas em termos taxonômicos como, por exemplo, a explicação da criação dos “monstros” e como caracterizá-los; a definição de seres unicelulares microscópios como os protistas; o entendimento de seres ora parecidos com animais ora com plantas, como os fungos; além da dificuldade de preservação de seus tecidos e de observação sem um pigmento adequado e, principalmente, a falta de instrumentos potentes como o microscópio. Isso sugere que, na virada do século XIX para o XX, a Zoologia tenha revisto seus campos de atuação ampliando-os, de modo que não só novas descobertas deveriam ser feitas como também estudos visando corrigir o que até então se tinha entendimento sob a luz de novas e mais modernas teorias. Dessa forma, para a zoologia, a taxonomia ou sistemática estava só começando no século XX.

3.7 O século XX: as novas áreas na Biologia demandam novas perspectivas de trabalho para a taxonomia

Em 1900, durante uma das reuniões da Sociedade Americana de Naturalistas, o biólogo americano Edmund Beecher Wilson ressaltou que a nova Biologia era marcada por três fatores, entre eles, o nascimento da Teoria Celular e o uso de métodos experimentais. A Teoria Celular tinha se tornado a responsável por testar as menores organizações vivas, possibilitando obter respostas como as que dizem respeito à herança e à variação, levantadas pela Teoria da Evolução. Em seu discurso, Wilson sugeriu que a taxonomia também deveria em breve fazer parte dessa nova Biologia, deixando nas entrelinhas que, para isso, medidas necessárias deveriam ser tomadas. Mas, os biólogos taxonômicos não compartilharam desse ânimo, pois já percebiam a desvantagem da taxonomia em relação às novas disciplinas como a genética, a citologia e a ecologia. Principalmente quando essas duas primeiras uniram suas forças (VARMA, 2013).

No ano seguinte, Wilson assim declarou,

Todo naturalista realmente racional deve admitir que existe apenas uma posição sadia a adotar, ou seja, de acolher todo e qualquer método através do qual nosso conhecimento da natureza orgânica possa ser avançado e unificado. Ninguém, eu acredito, vai me entender por defender a acumulação indiscriminada dos fatos - pois isso não é método, mas a ausência de método. A essência da ciência não é o acúmulo de conhecimento, mas a sua organização. Observação e experimentação nos dão nossos materiais, mas é a comparação e correlação desses materiais que primeiro constroem-nos na estrutura da ciência. Conforme encaro o assunto, é, portanto, uma inversão do verdadeiro ponto de vista considerar a classificação biológica, no sentido mais amplo do termo, como nada mais que uma preparação para a experiência. Vamos, no entanto, admitir que a nossa ciência está entrando em uma fase em que os métodos experimentais parecem destinados, e com razão, a tomar o posto de liderança, e que com eles nós provavelmente pode olhar para os maiores avanços que estão a ser feitos em anos. Vamos, também, admitir que os nossos sistemas existentes de classificação, o nosso de relacionamento genealógico, estão incompletos, são em muitos aspectos ainda hipotéticos e muitas vezes enganosos; que os nossos métodos de estudo não foram suficientemente exatos [...]. Mas não vamos desvalorizar a importância do estudo comparativo dos fenômenos normais dos quais a biologia já deve tantos triunfos brilhantes, e que, como podemos com confiança esperar, ainda terá tantas conquistas futuras a prover. O verdadeiro objetivo do naturalista é compreender as condições das formas vivas, como eles existem e têm existido no passado; mas quais são essas condições se não o resultado de uma série ilimitada de experimentos, exercida por natureza desde que a vida começou? Sob que outra interpretação tem a teoria da seleção natural algum significado? (WILSON, 1901, p. 21-22 – tradução nossa).

A união da genética com a citologia foi inevitável. Não apenas porque surgiram relativamente próximas no tempo, mas porque trabalhavam em níveis semelhantes, ou seja, celular. O entendimento do papel do núcleo só acrescentou a possibilidade de que nele estivesse toda a herança genética, restaria saber por meio do que ela se expressava. O gene, o tal meio vem, posteriormente, “resolver enigmas evolutivos” (VARMA, 2013, p. 29 – tradução nossa).

A possibilidade de união entre a taxonomia e a ecologia não era muito vislumbrada nas primeiras décadas de 1900 já que a ecologia se dedicava ao estudo das relações biológicas para além do aspecto morfológico que era característica do campo taxonômico. A parceria entre a citologia e a classificação, por outro lado, chegou a ser vislumbrada por alguns biólogos (VARMA, 2013). Robertson (1905) menciona uma série de contribuições que a nova ciência citológica tinha possibilitado à Biologia, ajudando em especial às questões da classificação. A citologia, de seu ponto de vista, seria a base da classificação.

Embora cada disciplina, no início, tomasse como ponto de partida a evolução e indicasse direta ou indiretamente o futuro da taxonomia na nova ciência biológica, os próprios

taxonomistas não sabiam “como construir ideias evolucionistas na metodologia taxonômica” (VARMA, 2013, p. 29 – tradução nossa). Isso porque não bastava acreditar na Teoria da Evolução, era necessário construir uma forma para que o método correspondesse à teoria. Fora dos grupos taxonômicos até os termos inerentes à área estavam sendo redefinidos de acordo com a perspectiva evolutiva. Ao mesmo tempo, os biólogos do grupo externo e os taxonomistas atacavam a epistemologia do trabalho efetuado até então pela classificação, dizendo que se as mudanças terminológicas e de fundamento teórico não fossem feitas, o sistema tradicional continuaria arbitrário e artificial, complementa Varma (2013). Observamos então, que a área da taxonomia se tornou um território aberto no qual todas as outras áreas tinham ideias para alterá-la, menos os próprios taxonomistas.

Para muitos biólogos não taxonomistas, a ciência taxonômica só sobreviveria se passasse a seguir os padrões evolutivos. Era o início de mais um período de desvalorização desse campo. Acusados de não capturar os grupos reais na natureza, os métodos taxonômicos tradicionais foram considerados artificiais e arbitrários. Enquanto isso, na outra ponta do problema, a Biologia tentava definir o que caracterizaria uma espécie. Morfologia, embriologia e fisiologia foram alguns dos pressupostos para se definir uma espécie. Os taxonomistas, por sua vez, continuavam com o problema de como criar um método que refletisse a evolução (VARMA, 2013).

É nas décadas que marcam a transição do século XIX para o XX que vemos uma profusão de definições para espécies sendo criadas. A enorme quantidade de definições para o conceito de espécie e a falta de uma metodologia quantitativa parece ter sido algumas das razões pela desconfiança na capacidade da taxonomia de responder as questões emergentes. Ela forneceria apenas os “tijolos” para que as outras áreas construíssem os “edifícios”, segundo a concepção de alguns pesquisadores como Pearl (1922):

Eu esperava que a genética fosse um terreno comum ao mesmo tempo para o sistemata e o técnico de laboratório. Esta esperança tem sido desapontada. Cada um ainda se mantém distante. A literatura sistemática cresce precisamente como se as descobertas genéticas nunca tivessem sido feitas e os geneticistas mais e mais retiraram cada um em seu especial “alegação”- um resultado mais lamentável. Ambos são os culpados. Se não pudermos persuadir os sistematas para vir até nós, pelo menos, podemos ir até eles. Eles também construíram um vasto edifício de conhecimento que eles estão dispostos a compartilhar conosco, e que precisamos muito. Eles também nunca perderam esse anseio pela verdade sobre a evolução que aos homens de minha data é o sal da biologia, e o impulso que nos fez biólogos. É a partir deles que as matérias-primas para nossas pesquisas estão a ser desenhadas, a única que pode dar catolicidade e amplitude de nossos estudos. Nós e os sistematas temos que conceber uma linguagem comum.

[...]Os sistematistas vão sentir o chão cair debaixo de seus pés, quando aprenderem e perceberem o que a genética tem conseguido [...] (PEARL, 1922, p. 584 – tradução nossa).

Crítica similar foi feita por Coulter (1904) que apontou as fases pelas quais o estudo das plantas, quanto a seu aspecto morfológico, passou no início do século XX. Em síntese, a mudança do olhar do organismo maduro para os estados embriológicos lançou bases para uma taxonomia mais geral rompendo com aquela que dominou as últimas décadas do século XIX. Dessa forma, e em virtude das distintas concepções de espécies, a reconstrução da taxonomia se tornaria inevitável uma vez que as tentativas de se catalogar “variações flutuantes [...] esta[vam] sendo feita[s] há alguns trimestres [...]”. Algumas novas bases devem ser criadas e devem ser uma expressão natural e útil das relações de formas [...]” (COULTER, 1904, p. 623 - tradução nossa).

Ao que parece, a questão por trás das críticas à taxonomia estava muito mais relacionada a problemas epistemológicos e filosóficos do que propriamente metodológicos. O método seria apenas o auge dos problemas.

A taxonomia feita até o século XIX consistiu de procedimentos tradicionais, herdados de Lineu. Mas, para alguns biólogos do século XX, esses procedimentos estariam associados a um tipo de pensamento ainda mais antigo sobre a natureza das espécies, a chamada doutrina dos tipos. Assim, esses biólogos, cuja influência e autoridade destacavam-se principalmente na primeira metade do século XX conduziram a taxonomia para um patamar científico ainda mais degradante. Conforme observamos no capítulo anterior, a interpretação equivocada sobre Lineu e sua classificação, é apenas um dos resultados da degradação da taxonomia, dos quais colhemos os frutos até hoje.

Varma (2013) nos explica que o conceito de “tipo” foi utilizado ao longo de todo século XIX com interpretações distintas. O historiador Farber (1976) aponta que o “tipo” podia ser visto também como uma forma ideal, uma fisiologia estável, uma categoria conveniente, além das associações dos tipos às dimensões temporais como de desenvolvimento ou estagnação discutidas por zoólogos. Assim, os zoólogos do século XIX faziam uso de conceitos de “tipos” de formas distintas em sua abordagem metodológica, ora relacionado à classificação, ora a coleção e outras vezes a um tipo morfológico.

Por outro lado, o uso da palavra “tipos” também foi apontado como sendo uma retomada de perspectivas essencialistas. O essencialismo passou a ser um sinônimo de percepções acerca de tipos. Assim, conforme vimos, fomentada por Mayr, nasce uma oposição ao pensamento tipológico.

Amparando sua interpretação em Darwin, Mayr defendeu que a Teoria da Evolução teria substituído o pensamento em tipos por um pensamento voltado às populações, ao mesmo tempo em que substituiu ideias fixistas fundamentadas em Platão. Para Mayr, os tipos (*eidós*) seriam ideias naturais, descontinuidades da natureza que justificariam as lacunas, pensamento que teria sido adotado por grande parte dos filósofos dos séculos XVII, XVIII e XIX (WINSOR, 2006a).

A decisão de Mayr de chamar o oposto do pensamento populacional de "pensamento tipológico" era uma medida altamente significativa e de nenhuma maneira óbvia. Ele estava ciente de que a palavra "tipo" convidava à confusão, porque já era usada de várias maneiras pelos taxonomistas, com significados adicionais na genética e em outros campos. [...] O que Mayr precisava na década de 1950 era de um rótulo vívido para o oposto do pensamento populacional. A "tipologia" era o nome que os morfológicos idealistas usavam para sua ciência da forma abstrata. Seus tipos eram tipos distintos separados por lacunas e esses tipos estavam sempre ao nível de categorias superiores, como classes ou ordens. [...] [era] a trama retórica de Mayr [...] (WINSOR, 2006a, p. 158- 159 - tradução nossa).

Essa retórica foi fundamental para a desvalorização da taxonomia. A abordagem tipológica era, sob o olhar de Mayr, extremamente prejudicial à metodologia da área.

O que estaria em jogo não era a concepção de mundo, muitas vezes tida como essencialista entre os naturalistas do século XIX, mas a relação entre a ontologia e a epistemologia desses naturalistas. Para Winsor (2003), esse é um equívoco que muitas vezes é atribuído à História da Sistemática, segundo a qual a área teria sido guiada pelo essencialismo. Ao contrário, a historiadora diz ser necessário dar o devido peso à teoria e a prática já que "muitos dos trabalhadores cujas contribuições para a taxonomia têm sido influentes não foram articulados sobre quaisquer princípios que os orientassem" (WINSOR, 2003, p. 389- tradução nossa). Dito de outro modo, não é possível saber ao certo se os naturalistas do passado eram ontologicamente guiados pelo essencialismo ou se seu método resultava de uma epistemologia distinta da essencialista. Portanto, não há como pressupor que a epistemologia de uma pessoa esteja necessariamente relacionada com sua ontologia.

Witteveen (2016) aponta para uma reflexão similar. Para ele, o uso dos *tipos* na taxonomia carrega interpretações distintas de fato, mas que perpassam por concepções teóricas, práticas e visões de mundo também distintas.

O século XIX apresentou-se como um período de reformas e revisões para diferentes ciências. A taxonomia foi vista como uma dessas áreas pertinentes de reformulações. O

primeiro passo desses profissionais foi reconhecer a instabilidade das classificações. Posteriormente, realizar correções na nomenclatura das espécies.

O uso dos “tipos” continuou por um longo período sendo alvo de debates e estudos que, em alguns momentos, confundiram até os próprios taxonomistas. O que se observa neste período é uma tentativa de ancorar os nomes das espécies a elementos fixos de um dado táxon em decorrência dos conhecimentos mais atuais obtidos pelos novos campos científicos. Por exemplo, um caráter que se associasse a um gênero seria o precursor para dar nomes corretos às espécies, dessa forma muitos espécimes coletados antes foram renomeados, validados ou não, de acordo com sua correspondência real ao táxon associado. Essa revisão de sinónímias é atividade de taxonomistas até os dias de hoje.

Para Witteveen (2016), o período era propício para realizar essa ancoragem do nome ao táxon, já que na época de Lineu não teria havido motivo para fazê-lo, em parte devido ao baixo número de espécies conhecidas. Por outro lado, o século XIX também correspondeu a um rompimento no status das autoridades que nomearam e classificaram até então. Aristóteles e Lineu estavam ultrapassados em quantidade e qualidade das espécies conhecidas. Novas práticas, coletas, metodologias e praticantes foram acrescidos consideravelmente à taxonomia dos seres até então desconhecidos. Apesar da instabilidade das classificações, os nomes eram vistos como uma possibilidade de consolidação da área taxonômica por isso regras foram criadas na botânica, zoologia e no estudo de outros seres vivos. Essas regras permitiram que, ontologicamente, os taxonomistas discordassem das limitações, mas atuassem em paralelo, epistemologicamente, quanto ao nome correto de um táxon. Ou seja, seguiam um modo de pensar comum, no que se refere à pesquisa.

Revisar nomes das espécies e criar regras de nomenclatura não tinha a intenção apenas de estabilizar o campo taxonômico, pelo menos no nível dos nomes. Outra estratégia estava em jogo. Na medida em que os nomes fossem considerados contraditórios ao indivíduo nomeado, as concepções de mundo poderiam coexistir de forma pacífica, entre elas a nominalista, a criacionista e a transmutacionista. Em outras palavras, o indivíduo deixaria de ter necessariamente uma correlação ontológica ou epistemológica que o caracterizaria. Estando ela associada ou não a uma teoria.

Desse modo, ao serem redefinidos, os termos taxonômicos deveriam refletir inequivocamente a evolução. Conceitos como relacionamento, inferior, afinidade, entre tantos outros, deveriam estar fundamentados por uma perspectiva evolutiva. Segundo Varma (2013), para alguns autores, um sistema que não conseguisse realizar tal fundamentação em seus conceitos correria o risco de ser arbitrária e artificial.

Assim, justifica-se a reflexão de Winsor (2003) de que a epistemologia dos taxonomistas no século XIX nem sempre eram um reflexo de sua ontologia. “[...] batalhas ontológicas poderiam continuar a raiva, mas haveria uma paz pragmática resultante da estabilidade dos nomes”, salienta Varma (2013, p. 42 - tradução nossa). Os nomes foram, portanto, a moeda de troca da história natural no século XIX, complementa a autora.

Ao mesmo tempo em que a autoridade de Aristóteles e Lineu declinavam, a autoridade de taxonomistas que estabeleceram novas regras e nomenclaturas ascendiam, e o campo da taxonomia, antes aberto para diferentes praticantes, tornou-se campo apenas para alguns. De acordo com Varma (2013), não bastava ser taxonomista, era necessário pertencer ao grupo certo de taxonomistas, publicar nos jornais aceitos, entre outras exigências. O poder de inferência sobre uma espécie dependia do grau de importância do pesquisador e de suas relações na ciência britânica.

Essa forma de se proceder na taxonomia teria sofrido um abalo na transição do século em grande parte devido às mudanças metodológicas e políticas na ciência, quando a taxonomia novamente tornou-se arena de debate. Uma nova geração de biólogos existia. Ecologistas e geneticistas criaram novas formas de pensar as espécies que, por conseguinte, distinguiam muito dos métodos tradicionais até então efetuados pelos taxonomistas. Os mecanismos que causam a mudança evolutiva ficaram mais salientes nos estudos que aliaram genética à Teoria da Evolução. O embate metodológico era iminente (VARMA, 2013).

O primeiro ataque à taxonomia tradicional veio da botânica que adotou uma perspectiva ecológica entre as décadas de 1920 e 1930. A crítica era o foco estritamente organísmico individual prestado pela taxonomia. Na sequência veio o ataque metodológico que distinguiu os verdadeiros taxonomistas de laboratório dos taxonomistas de museu.

O ecologista americano Frederic Clements foi um dos promotores da taxonomia experimental na botânica. Para ele, a metodologia para definição das espécies consistia em processos de observação das espécies em *locus*, experimento, medição e determinação de graus de diferença. Tratava-se de uma nova forma de se fazer ciência, desta vez experimental, repleta de análises quantitativas e explicações de causas, o que ampliou seu valor científico em detrimento das análises qualitativas efetuadas no nível de organismo pelos taxonomistas tradicionais. Clements (1908) foi bastante enfático acerca desta metodologia:

Aqui, onde todo o experimento está sob nosso controle, do começo ao fim, podemos concentrar nossa atenção no método de origem e no fator em questão [...] e então experimentar os vários métodos e fatores experimentalmente até que a forma procurada seja produzida. A questão do

que é uma espécie não pode sequer ser respondida provisoriamente até que um número suficientemente grande de experiências tenha sido feito para indicar o procedimento regular na origem das formas vegetais e para revelar os princípios que o controlam (CLEMENTS, 1908, p. 260: 264-tradução nossa).

Seguindo este mesmo espírito de reformas metodológicas estava a genética, logo atrás da ecologia.

Encabeçadas por Theodosius Dobzhansky, as críticas da genética aos taxonomistas consistiam em compreender não apenas as causas, mas os mecanismos que ocasionavam as mudanças evolutivas produzindo novas espécies. Para Dobzhansky, as causas seriam importantes, não a morfologia, mas não só. Níveis de organização biológica menores, como os genes, seriam fundamentais para explicar essas mudanças. Assim, os geneticistas convocavam os taxonomistas a adotarem uma postura metodológica distinta da abordagem prioritariamente morfológica utilizada tradicionalmente (VARMA, 2013).

Se retomarmos a História da Biologia ainda no final do século XIX, observamos um movimento visando à estabilidade dos seres vivos, especialmente a nomenclatura. Juntamente a isso, buscou-se que a taxonomia acompanhasse a proposta evolutiva de Darwin, embora isso esteja explícito em alguns poucos trabalhos taxonômicos da época. O período entre 1900 a 1915, aproximadamente, é muito vago com relação à taxonomia, como se nada se tivesse falado dela teórica ou metodologicamente, e apenas novas descrições de espécies são encontradas. E, por fim, novamente criticada pela sua abordagem metodológica baseada na morfologia.

Bessey (1893) ilustra bem essa transição:

Todo conhecimento botânico finalmente culmina em algum tipo de classificação. Os fatos de histologia, morfologia e fisiologia são de grande importância biológica, mas o maior de todos os fatos biológicos é que o mundo é povoado de seres vivos. Podemos agrupar e organizar em sequência ordenada os fatos histológicos da ciência; Podemos fazer o mesmo com os fatos que o morfologista descobriu; Podemos fazer uma classificação de todos os fatos fisiológicos conhecidos; mas além disso está o maior agrupamento de todos, o agrupamento em ordem dos próprios organismos, cuja histologia, morfologia e fisiologia estudamos. Faz agora um terço de um século desde que uma grande luz foi pela primeira vez lançada sobre todos os problemas biológicos pela formulação da doutrina da evolução pelo gênio Darwin. À sua luz, muitos enigmas foram resolvidos, e muitos fatos até então inexplicáveis foram esclarecidos. Sabemos agora o que significa relação, e damos um significado mais completo ao sistema natural de classificação. Do ponto de vista novo uma classificação natural não é meramente um arranjo ordenado de organismos similares. É uma expressão da relação genética. Além disso, à luz da evolução, vemos agora o significado de muitas estruturas reduzidas cuja

significação não era de todo ou apenas vagamente compreendida (BESSEY, 1893, p. 329-330 - tradução nossa).

Mas Bessey (1893), ao mesmo tempo em que criticou os sistemas de classificação anteriores à Teoria da Evolução, demonstrou também que muitos colegas estavam presos ao trabalho tradicional. Disse: “um exame comum de nossos sistemas tristemente mostra-os deficientes nos fundamentos de uma classificação científica” (p. 331 - tradução nossa). Acrescenta que, apesar de três décadas terem se passado desde a aceitação da evolução, os botânicos mostram-se conservadores fazendo uso do mesmo arranjo de classificação com o qual se acostumaram, baseados no sistema de Lineu.

Portanto, mesmo aqueles que abandonaram a taxonomia em busca de pesquisas mais promissoras em outras áreas recém surgidas na botânica, acabavam tendo que conviver com o único arranjo que se tinha metodologicamente consistente, embora não evolutivo.

Para Bailey (1905), dúvidas e inseguranças no trabalho dirigido por um pensamento evolutivo eram constantes. Em todo seu ensaio questiona sobre “considerar os métodos atuais como temporários, permitindo que novos métodos cresçam à medida que nossas ideias cresçam”. Ressalta a não finalidade dos esquemas ou sistemas classificatórios e reflete que “ultimamente vimos um vigoroso renascimento no esforço de “estabilidade” da nomenclatura” considerando que, no passado, pressupunha-se que o trabalho do sistemata tinha como fim o registro das espécies e que no momento atual seu propósito é “expressar o significado da criação orgânica” (BAILEY, 1905, p. 535 - tradução nossa). Para o pesquisador, três elementos foram imprescindíveis, na época, para a discussão acerca do trabalho sistemático: 1) a ideia de espécie; 2) os métodos de nomear e registrar; e, 3) os esquemas de classificação. Questões estas que expressam a preocupação dos sistematas no período.

Com a ausência de trabalhos que nos permitam caracterizar o período entre 1900 e 1915 que compreendem os esforços da taxonomia e sistemática, algumas reflexões são necessárias.

Conforme os estudos de fisiologia, embriologia e histologia avançavam nas décadas finais do século XIX, questionava-se se a taxonomia acompanharia essas mudanças. Ao mesmo tempo, essas dúvidas geravam instabilidade às regras de nomeação e até de classificação, pois a qualquer momento poderiam ser abandonadas.

A nomeação passou por tentativas de estabilização, como ressaltou Bailey (1905), mas a classificação dos seres vivos não pareceu se alterar, embora houvesse tentativas diante do

novo ar evolutivo que respiravam. Como vimos a pouco, ao virar o século, uma avalanche de questões repercutiu novamente na taxonomia. Algumas delas foram as inconstantes e diversas ideias acerca das espécies; a genética solicitando ser a base dos trabalhos taxonômicos, uma vez que estava guiando-se pela evolução; os estudos ecológicos preocupados com populações e não organismos e suas características isoladas; entre outras questões. Como diria Varma (2013, p. 47 - tradução nossa), “os taxonomistas foram presos em um atoleiro filosófico, uma confusão metodológica” nas três primeiras décadas do século XX. Como se não bastasse, o período ainda viu a prática experimental influenciar fortemente os trabalhos na Biologia. Allen (1988) chega a dizer que essa ascensão da Biologia experimental foi à custa da História Natural descritiva, causando uma grande revolta contra a morfologia, o que se presenciou nas primeiras décadas do século XX.

Portanto, na primeira metade do século XX o que diz respeito à taxonomia resume-se a “uma série de tentativas [...] para introduzir técnicas e ideias de citologia, ecologia e genética para o campo da taxonomia” (HAGEN, 1982, abstract – tradução nossa). Essa seria vista como uma nova taxonomia, uma “taxonomia experimental” que teria o rigor e a objetividade necessários para substituir métodos descritivos. Os programas experimentais introduzidos na época mostraram-se problemáticos já que as próprias áreas das quais tomavam os métodos e as ideias emprestados não estavam consolidados. Além disso, muitos dos métodos, ditos experimentais, foram basicamente descritivos, complementa Hagen (1982).

A introdução de ideias de outras áreas nessa ambiciosa mudança da taxonomia para uma versão experimental deu-se a partir de 1920 e alimentou o ideal por uma “nova sistemática”, termo que passaria a ser um importante manual de metas da área. O período foi de intenso trabalho, pois os taxonomistas assumiram a cooperação com outras áreas da Biologia além de promoverem debates e encontros para discutir a relação entre taxonomia e os outros ramos biológicos. Na mesma época surgia a teoria evolucionista neodarwiniana. Além disso, não podem ser deixados de lado os eventos externalistas, como as oposições e dilemas que ocorriam na Biologia; os descontentamentos daqueles que viam a área se fragmentar em subáreas - elas mesmos digladiando entre si para saber qual era a mais fundamental; auspícios de se equiparar à Física e à Química; entre outras coisas que contribuíram para falta de consistência lógica e unificadora na Biologia, o que gerou o caos (HAGEN, 1982). Wheller admitiu que a biologia apresentava “uma aparência de extrema confusão [...] devido em parte à inconcebível complexidade do setor da realidade que os biólogos se comprometeram a explorar e em parte à situação deste setor a meio caminho entre

física e química, por um lado, e filosofia por outro” (WHELLER, 1939, p. 187 apud HAGEN, 1982, p. 8 – tradução nossa)

3.8 Nas entrelinhas da Biologia: regras para seu enquadramento como Ciência e as repercussões no século XX.

O caráter experimental das pesquisas e a busca por rigor, testes e leis significaram, para Smocovitis (1992), que a unificação da Biologia emergiu de uma teoria positivista do conhecimento. A emergência e o enquadramento da Biologia no centro de um movimento positivista surgiram quando seus fundamentos e status começaram a ser questionados (SMOCOVIS, 1992). Qual seria o método adequado para a Biologia? Em outras palavras, qual a principal orientação da Biologia ao levantar e resolver seus problemas? Podemos dizer que a História Natural era considerada uma ciência em fase inicial, de simples descrição e classificação preliminar dos fenômenos que se ocupava. A Biologia do final do século XIX, entretanto, tendo superado essa fase, teria condições de não apenas descrever, mas explicar o surgimento e desenvolvimento dos seus fenômenos e compreender as leis que os regem. Dessa forma, “a biologia possui seu próprio método, uma vez que oferece explicações e faz experimentos”, complementa Kanaev/Bajtín (1926, p. 3 – tradução nossa).

Contudo, para J. H. Woodger (1929 apud SMOCOVIS, 1992), Darwin não foi o Isaac Newton para a Biologia, e esta ciência continuou a ser vista por muitos como imatura por não possuir um método rigoroso, além de carregar os resquícios de uma trajetória especulativa e um pensamento vitalista em suas próprias explicações. O quadro se agravava devido à enorme fragmentação que sofria.

Se fizermos um levantamento geral da ciência biológica, descobriremos que ele sofre de clivagens de um tipo e num grau que é desconhecido em uma ciência bem unificada, como, por exemplo, a química. Há muito tempo ela tem sido objeto de tal inevitável processo de subdivisão em ramos especiais que encontramos em outras ciências, mas em biologia isso tem sido acompanhado por uma característica divergente do método e perspectivas entre os expoentes dos vários ramos que tendem a exagerar as suas diferenças e estimular até mesmo certas tradicionais disputas entre eles. Este processo de fragmentação continua e, com isso, aumenta o tempo e mão de obra necessária para a obtenção de um conhecimento adequado com qualquer ramo particular (WOODGER, 1929, p. 11 apud SMOCOVIS, 1992, p. 4-5 – tradução nossa).

A necessária unificação da Biologia não provinha de um interesse despropositado. No iluminismo já se acreditava que todas as ciências eram unificáveis. Augusto Comte, ao

articular o pensamento positivista, resgatou esse pensamento dotando a ciência de três fases desenvolvimentais: a teleológica, a metafísica e a positiva. Do mesmo modo, para Comte, para se fundamentarem, as ciências necessitavam ser subordinadas às suas precedentes, “de modo que a biologia era dependente da química, que era dependente da física, que por sua vez era dependente da astronomia” (SMOCOVTIS, 1992, p. 6 – tradução nossa). Dessa forma, a crença na unificação das ciências percorreu os princípios positivistas lógicos entre os anos de 1920 e 1930. Associada à unificação estava também a redução do método e da linguagem aos moldes da Física (SMOCOVTIS, 1992).

Não só a Biologia estava fragmentada em suas diversas disciplinas como também estavam seus porta-vozes, os biólogos seguiam cada qual um movimento, seja ele vitalismo, mecanicismo ou positivismo. J. H. Woodger foi apenas um deles, embora tenha tentado articular, por outro lado, o anti-reducionismo e o anti-fisicalismo na Biologia, buscando encontrar um equilíbrio entre os movimentos.

Na tentativa de uma unificação da Biologia que não reduzisse esta ciência à Física ou à Química, o biólogo Hebert Spencer Jennings retomou o termo “emergente” usado inicialmente por G. H. Lewes, em 1875, e por muitos outros depois (ABLOWITZ, 1939). O intuito de Jennings era constituir uma lógica suficientemente sólida e racional para defender a autonomia da Biologia. Desse modo, tomando como base a evolução, trabalhou com a hipótese da “evolução emergente” (SMOCOVTIS, 1992). A emergência ressaltava dois pontos principais: 1- “a natureza se caracteriza por construções em níveis sucessivos diferenciados, de complexidade crescente”; e 2- “em muitos desses níveis aparecem estruturas e propriedades novas, chamadas de propriedades emergentes, que não podem ser antecipadas pela consideração dos elementos presentes no nível inferior e suas interações” (LESTIENNE, 2013, p. 20). Levados por esses postulados, os biólogos das primeiras décadas de 1900 defendiam as inovações em todos e qualquer um dos níveis estruturais dos seres vivos, da célula ao organismo, complementa Lestienne (2013). Nas palavras de Smocovitis (1992), esta seria a declaração de independência para a Biologia e a crença na unificação desta ciência tornou-se parte dos conhecimentos básicos do biólogo em formação.

A evolução passou a ser vista como a resposta para todos os problemas enfrentados pela Biologia entre as décadas de 1930 e 1940, pois tornaria esta ciência autônoma, garantiria o rigor ao expulsar visões metafísicas (como um suposto agente causador da seleção natural) e unificaria as subáreas tornando-se o princípio central das Ciências Biológicas em seus aspectos teóricos e práticos. Contudo, a evolução encontrava-se fragilizada, representando aspectos metafísicos e vitalistas.

As disciplinas orientadas pela História Natural tiveram suas metodologias minuciosamente analisadas. A genética, a primeira das disciplinas mecanicistas e experimentais uniu forças com as tradicionais áreas da embriologia e da fisiologia e, seguindo o período de favorecimento às ciências experimentais, alavancaram, enquanto as ciências descritivas perderam força como, por exemplo, a taxonomia. Como resultado, a década de 1930 mostrou-se propícia à extinção de estudos evolutivos e de História Natural. Geneticistas e embriologistas não adeptos da evolução foram aos poucos ocupando o espaço dos naturalistas em revistas científicas. A única forma da evolução desviar-se desse destino era se tornando positiva, quantificável, experimental e, conseqüentemente, rigorosa no sentido da lógica positivista. Mas, para alguns biólogos, a evolução não seria uma ciência e experimentar milhões de anos em um laboratório seria impossível. Teria sido o eclipse de Darwin, disse o biólogo Julian Huxley, neto de Thomas Henry Huxley, o mais ávido defensor de Darwin (SMOCOVITIS, 1992).

Na tentativa de fazer da evolução uma ciência mais positiva, muitos biólogos procuraram adequar metodologias físicas ao estudo evolutivo, ao mesmo tempo em que procuravam preservar a tradição naturalista de Darwin, também em declínio na década de 1930. A modelagem matemática foi requisitada para as práticas experimentais em evolução e o agente metafísico da seleção natural passou a ter o sentido de causa-mecânica. Aos poucos a evolução foi ressuscitada na roupagem fisicalista, auxiliada pela genética de Theodosius Hryhorovych Dobzhansky, que assumiu o gene como o fator da hereditariedade que tanto Darwin como muitos depois dele procuraram. Com isso, mudanças microevolutivas em populações de *Drosophila pseudoobscura* foram observadas. Estas, por sua vez, poderiam ser responsáveis por mudanças em escala macroevolutiva pensando na espécie, provendo os conhecimentos de especiação que sustentariam empiricamente um exemplo prático para a evolução. O gene passou a ser considerado “unidade da mudança evolutiva”, ou, como mais tarde foi redefinido, a evolução resultaria das “mudanças nas frequências dos genes”, completa Smocovitis (1992, p. 23 – tradução nossa). A autora ainda relata que, ao transformar as condições que causam a mudança evolutiva (como mutação, deriva genética, migração etc.) como variáveis passíveis de cálculo e de certa regularidade, a Biologia se aproximaria do tão esperado modelo de ciência física.

De modo geral, foi assim que nasceu a síntese evolutiva, uma união da genética com a evolução transformando a matéria-prima daquela disciplina, o gene, na causa física da evolução, a seleção natural.

Ainda na década de 1930, a Biologia foi associada à eugenia, prestes a despontar com força na Segunda Guerra Mundial. Esta parceria foi encabeçada pelo inglês Sir Ronald Aylmer Fisher, biólogo evolutivo, geneticista e estatístico. Ron ou Ronnie, como era chamado, desenvolvia desde 1919 experimentações entre as quais aplicava suas ideias. A ideia da eugenia era antiga, data de 1865, quando proposta por Francis Galton para melhorar a raça humana por meio de intervenções como isolamento de deficientes físicos e mentais em clínicas de tratamento, mas sem o extermínio e tortura aplicado pelo que viriam a se tornar os campos de concentração da Segunda Guerra. Fisher, juntamente com outros pesquisadores, propuseram que famílias em determinadas condições que consideravam favoráveis tivessem mais filhos. Esse incentivo viria em forma de um rendimento a mais e, em troca, a sociedade teria indivíduos mais saudáveis e adaptados, decorrente uma herança familiar com as mesmas condições. Para alguns autores, esse pensamento era reflexo de sua própria vida. Nascido e criado em uma família abastada, Fisher entendia que suas convicções e boas escolhas proviam de uma herança familiar bem adaptada. Assim, Fisher acreditou que a Teoria da Evolução poderia explicar muito bem a eugenia (ROSÁRIO, 2009).

Por muito tempo a genética caminhou lado a lado com a evolução, resultando em uma série de publicações, desde as de Dobzhansky, como a importante obra “Genética e Origem das Espécies” (1937); a do paleontólogo George Gaylord Simpson: “Tempo e modo na evolução” (1944); até as de Ernst Mayr, como a obra “Sistemática e a origem das espécies” (1942). Todos alinhados no mesmo discurso de Dobzhansky e promovendo cada qual sua disciplina através da genética evolutiva experimental (SMOCOVITIS, 1992).

A taxonomia não estava isenta dessas influências, apenas um pouco alheia dos debates diretos neste primeiro momento. Em parte, certamente, devido à fragilização sofrida pela tradição descritiva da História Natural; pela herança de postulados e métodos que foram associados a algum tipo de metafísica; e, principalmente, devido ao declínio da Teoria da Evolução que tantos elementos tinham propiciado para se pensar nos seres vivos, em sua distribuição e classificação logo que surgiu, em meados do século XIX.

O apoio à genética para explicar alguns dos mecanismos evolutivos foi um alibi para que os biólogos adeptos a esse movimento unificador fizessem uso dos postulados advindos dele para resolver os problemas internos de suas próprias disciplinas, e, nesse sentido, muitos daqueles que trabalhavam com seres vivos parecem ter sido favorecidos pelas acaloradas discussões. É o caso de Mayr que fez uso da construção teórica de Dobzhansky para explicar características populacionais e de especiação, carentes até então no âmbito da taxonomia.

Para a prática de ornitólogos como Mayr em 1930 e 1940, as amostras populacionais sucessivas em vez das solitárias "espécies" tornou-se a unidade de trabalho do taxonomista. A explicação de Dobzhansky com ênfase em populações naturais e subespécies, fez tratável os problemas do trabalho do taxonomista, e deu explicações plausíveis caudo-mecânicas, ou mecanismos de especiação, que levaram em conta a variação geográfica dentro taxas lentas, graduais de mudança. [...] também teve o aspecto mais agradável de retornar a sistemática para o campo. Mas enquanto Dobzhansky enfatizou as características populacionais de evolução e abriu inquérito sobre os mecanismos de especiação, seu livro não discutiu detalhadamente o tema anunciado pelo título: a origem das espécies. Ao sublinhar a definição de evolução com base apenas nas frequências de genes, o esboço de Dobzhansky não tinha tomado suficientemente em consideração a preocupação primária dos sistematistas e um componente central da evolução - que representa a origem das descontinuidades orgânicas. Corrigir o desequilíbrio percebido na ênfase dada por Dobzhansky à genética com exclusão da sistemática, a obra *Sistemática e a origem das espécies* de Mayr - como o título indica - pretendia ser uma resposta direta à Genética e a origem das Espécies [de Dobzhansky] (SMOCOVITIS, 1992, p. 30 - tradução nossa).

Desse modo, os biólogos, cada qual a seu modo, procuraram tratar a ideia de espécies de Dobzhansky e de todo arcabouço conceitual que o sustentava para livrar-se de heranças especulativas, conforme fizeram os taxonomistas vegetais, como o botânico estadunidense George Ledyard Stebbins Júnior. Embora esses trabalhos tenham afetado pouco a sistemática, a paleontologia e a botânica, isso se deveu ao fato destas áreas já estarem institucionalizadas na forma de museus, herbários e estações de pesquisa, especialmente nos Estados Unidos (SMOCOVITIS, 1992).

Uma nova grande fase surgiria na História da Biologia com a criação de um grupo voltado a discutir os problemas de genética, paleontologia e sistemática sob o olhar evolutivo. A partir da criação desse grupo, a taxonomia em particular seria palco de muitos debates dentro da perspectiva do positivismo lógico levando a futura criação de escolas taxonômicas relativamente distintas e de métodos rigorosos para o estudo dos seres vivos.

3.9 O advento da sistemática.

Enquanto Dobzhansky encabeçava a autonomia da Biologia tendo como apoio muitos outros biólogos, Julian Huxley fazia o possível para promover a Biologia e seu caráter unificador a todos da academia e fora dela, contribuindo assim para sustentar o caráter autônomo desta ciência. Do mesmo modo, vislumbrava uma Biologia ética e significativa para o homem, um ideal iluminista que conservara apesar da situação vivenciada após a Primeira Guerra Mundial. Nesse sentido, seu livro "Evolução: a síntese moderna" (1942)

procurava ser progressista, levando o conhecimento sobre evolução para todos e “atuar como remédio para os males do mundo moderno”, atesta Smocovitis (1992, p. 33 - tradução nossa). Huxley refletia em suas ações uma busca constante pela manutenção do status da Biologia. Em 1925, fundou a Sociedade para a Biologia Experimental e colaborou com outro projeto sobre as bases das ciências da vida. Huxley mantinha contato com vários biólogos entre eles Dobzhansky, Mayr, Fisher e Ford. Pode-se considerá-lo como alguém que estava por dentro de tudo sobre as conturbadas décadas iniciais do século XX na Biologia. Huxley passou a ser o rosto que discutia a evolução ao mesmo tempo em que a defendia como o problema central e de maior importância da Biologia. Sendo este o caso, haveria a necessidade de que todos os ramos desta ciência atacassem esse problema com dados e métodos, suplicou aos pares. Esse pedido ecoa a natureza epistemológica que a Biologia tinha alcançado, ou seja, lógica e positiva, além de também tecnológica (SMOCOVITIS, 1992).

Em dezembro de 1939, ocasião de reuniões da Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS) no Estado de Ohio, Julian Huxley sugeriu a alguns colegas biólogos a criação de uma sociedade que congregasse pesquisadores de várias áreas, interessados pelo tema da especiação. Esta sociedade nunca foi formalmente institucionalizada devido à guerra. Pouco tempo depois, em 1943, uma comissão foi formada para tratar de problemas afins entre as áreas de genética, paleontologia e sistemática, realizando duas reuniões com botânicos da Califórnia, outra com paleontólogos e geneticistas em Nova Iorque. Devido à dificuldade no traslado e à guerra em vigência, os membros decidiram manter suas discussões por correspondência. Mayr encarregou-se de recolher as correspondências trocadas e emitir boletins mimeografados a todos. Seis boletins foram enviados entre os anos de 1944 e 1946. Desses, quatro correspondiam estritamente aos problemas acerca da evolução. Isso sugeriu que a comissão se tornasse permanente além de viabilizar um canal de publicações (jornal ou revista) que favoreceria a ampliação e divulgação das discussões (MAYR, online; SMOCOVITIS, 1992).

Cain (2004) reúne na obra “Explorando as fronteiras: Documentos do Comitê sobre problemas comuns de genética, paleontologia e Sistemática” todos esses boletins que estiveram fora de circulação desde a década de 1940, ocasião em que foram trocados entre os pesquisadores, além de discussões adicionais. Mayr apresenta o livro historicizando o contexto vivenciado.

Na década de 1920 a biologia evolutiva parecia estar irremediavelmente dividida [...]. No geral, os evolucionistas foram divididos em três grupos: os

(matemáticos) geneticistas populacionais, os taxonomistas em nível de espécies ("naturalistas"), e os paleontólogos. Cada campo tinha sua própria história e subscreveu um conjunto especial de teorias evolutivas. Os geneticistas populacionais originaram-se com a escola de investigação de T. H. Morgan na Universidade de Columbia. Eles enfatizaram a evolução gradual devido às pequenas mutações e aceitaram a seleção natural. Eles se opunham aos primeiros mendelianos (Bateson, De Vries, Johannson) que defendiam a evolução saltacional através de grandes mutações e não aceitavam a seleção natural. Seus pontos de vista foram unificados em 1930 [com a publicação de R.A.Fisher e colaboradores em 1932] [...]. Seu trabalho unificou o campo dos geneticistas e poderia ser chamado como a síntese fisheriana [...]. Este grupo lidou exclusivamente com a variação genética em uma população. Eles negligenciaram completamente todos os problemas da diversidade, incluindo a macroevolução. Ele [o grupo] foi até os taxonomistas para preencher esta lacuna. Um primeiro esforço, a Sociedade para o Estudo da Especiação, nunca se desenvolveu devido à guerra e à inatividade do seu líder, Alfred Emerson. Os esforços de outros taxonomistas foram mais bem-sucedidos, levando em 1946 à fundação da Sociedade para o Estudo da Evolução e a criação da revista *Evolução* em 1947. Isso deixou fora um terceiro grupo de evolucionistas, os paleontólogos. Eles lidavam com a macroevolução, com histórias de fósseis, e as causas das mudanças evolutivas. Nenhum outro grupo de evolucionistas era tão dividido como os paleontólogos. Quase por unanimidade rejeitaram a seleção natural, e como grupo, eles lamentavelmente desconheciam os avanços que tinham sido feitos pelos geneticistas. Curiosamente, foi um geólogo clássico, Walter Bucher da Universidade de Columbia, que decidiu que algo deveria ser feito sobre o atraso dos paleontólogos e encontrou um aliado poderoso em George Gaylord Simpson. [...] Infelizmente, a guerra eclodiu, e, em seguida, exigiu uma redução de todos os deslocamentos e a maioria das outras atividades. A fundação de um boletim científico, *Boletim do Comitê*, conseguiu manter alguma continuidade durante este período difícil, até que Simpson retornou do serviço militar. Talvez sua ausência tenha sido fortuita porque Dobzhansky (genética) e Mayr (sistemática) tinham aumentado consideravelmente a esfera de interesse da Comissão para além da paleontologia. Isto estabeleceu a base para a fundação da Sociedade para o Estudo da Evolução. Para o historiador não há dúvida que o estabelecimento e a atividade do comitê foram cruciais para a criação do campo da biologia evolutiva e que este foi um dos eventos chave na história da biologia moderna. [...] Eles [os boletins] desempenharam um papel crucial na fundação da revista *Evolução* e da Sociedade para o Estudo da Evolução. Estes por sua vez foram o acontecimento decisivo para o estabelecimento da biologia evolutiva, como parte da biologia moderna (MAYR, 2004, prefácio, p. XI-XII – tradução nossa).

O referido comitê teve suas atividades entre os anos de 1943 e 1949. No que diz respeito ao papel da taxonomia neste período, Mayr nos indica que ela não foi mais que um instrumento. Essa impressão não advém somente da descrição de Mayr. Os membros do comitê continham grupos de pesquisadores delimitados geograficamente, entre eles: zoólogos, botânicos, geneticistas e paleontologistas e, como Cain (2004, p. XV – tradução nossa) mesmo se refere, “alguns poucos novos rotulados grupos de biossistemáticos”. Além disso, o

nome do comitê mudou em abril de 1944, pois o anterior¹⁵ não refletia o trabalho cooperativo entre os dois grupos, geneticistas e paleontologistas de um lado e sistematas e ecólogos do outro. Mayr (2004, p. XVI – tradução nossa) foi quem solicitou essa mudança, salientando que a sistemática deveria ser reconhecida como uma “parceira”, “um elo vital” para o trabalho desempenhado pelo comitê. O argumento era que muitos geneticistas eram sistematas e os paleontólogos também eram de certa forma. Então, a sistemática era a parte que integrava a todos. O novo nome passou a ser “Comitê de problemas comuns em Genética, Paleontologia e Sistemática”.

Pelos motivos citados, além do fato do momento histórico precisar de um conjunto de leis, métodos e instrumentos lógicos para tratar a Biologia como uma ciência tal qual a Física, faz sentido que pensemos que a taxonomia e a sistemática estivessem sendo álibis do grande empreendimento evolutivo. Os dois últimos boletins, que tiveram uma direção um pouco diferente, em parte devido à contribuição de Mayr em iniciar uma discussão entre evolução e sistemática, deveriam nos mostrar se isso pode ter sido um fato ou apenas uma percepção inicial da nossa parte, mas isso não ocorre.

Os boletins levantam problemas voltados a várias frentes de pesquisa, mas a taxonomia e a sistemática são mencionadas poucas vezes sem de fato se discutir os problemas que envolvem sua área. Novamente, é Mayr que corrobora nossas hipóteses. Em sua citação, supramencionada, sugere que a ausência de Simpson do comitê ajudou de certa forma, pois ele, ao retornar, queria que os interesses da comissão se voltassem aos rumos originais, da paleontologia principalmente. Se não fosse por Mayr, talvez a sistemática nunca tivesse sido requisitada ao debate histórico.

Em 30 de março de 1946 foi criada oficialmente a “Sociedade para o Estudo da Evolução” tendo G.G. Simpson como presidente, mais de 500 membros e uma intensa agenda de publicações que permanece até hoje (MAYR, online; SMOCOVITIS, 1992). A sociedade tinha como objetivo “promover o estudo da evolução orgânica em todos os seus aspectos”, sendo “um ponto de encontro comum para representantes de todos os campos da ciência preocupados com a evolução orgânica, incluindo genética, paleontologia (vertebrados, invertebrados, plantas), taxonomia (animal, vegetal), ecologia, antropologia e outros”. Todas as ações desta sociedade “refletem a convicção de que a abordagem evolutiva irá esclarecer muitos problemas biológicos não resolvidos e irá fornecer objetivos comuns e a compreensão

¹⁵ Comitê de problemas comuns em Genética e Paleontologia.

mútua entre todas as ciências da vida” (MAYR, online, p. 1 – tradução nossa). Em outras palavras, unificaria a Biologia tendo a evolução como seu eixo principal.

Mayr (online) salienta que essas ações, criação de comissões e sociedade foram resultado de uma união entre os biólogos da genética de um lado e da taxonomia e paleontologia de outro. Isso porque havia uma grande lacuna entre essas áreas nas três primeiras décadas do século XX que só foi reduzida pela compreensão de que seus pontos de vistas não eram conflitantes a ponto de não haver nenhuma discussão, e que a evolução poderia convergir para um interesse comum.

Paralelamente, Julian Huxley reuniu na Grã-Bretanha vários profissionais também interessados pelos problemas envolvendo a especiação. Este grupo foi denominado de os “novos sistematas” (SMOCOVITIS, 1992, p. 44 - tradução nossa). Em seu livro “A nova sistemática”, (1940), Huxley assim introduz:

Este volume é promovido pela Associação para o Estudo da Sistemática em relação à Biologia Geral. O Comitê da Associação sobre Publicações sentiu que alguma declaração dos problemas que afligem o sistemata por um lado, e por outro o biólogo geral, ambos interessados na rica coleta de dados sistemáticos, seria de valor e poderia ajudar a evolução da taxonomia que está agora em desenvolvimento. Autores britânicos têm em grande parte sido abordados; isso, foi sentido, poderia facilitar a coordenação dos diferentes artigos. Aqui e ali, no entanto, onde este país não poderia fornecer uma autoridade adequada sobre algum assunto, os autores de outras nacionalidades foram convidados a escrever um capítulo. O comitê está plenamente consciente do som um pouco presunçoso do título que escolheu para o livro. Teria sido mais correto chamá-lo de *Problemas Modernos em Sistemática*, ou *Em direção à Nova Sistemática*. A nova sistemática não está ainda presente: antes de seu nascimento, a massa de novos fatos e ideias que nas últimas duas ou três décadas foram lançadas contra nós deve ser digerida, correlacionada e sintetizada. No entanto, considerou-se que um bom título percorre um longo caminho, devendo ser a sua própria desculpa. Pelo menos ele vai chamar a atenção para o fato de que uma "nova sistemática", ou pelo menos um novo ataque a problemas sistemáticos, é uma necessidade importante para a biologia. Estou bem ciente da minha posição anômala neste empreendimento - um não - sistemata como editor de um livro sobre a sistemática. Tudo o que eu posso defender é em primeiro lugar que foi apenas a pedido expresso da Comissão que empreendi o trabalho; e em segundo lugar que estou profundamente interessado no assunto, e que uma pessoa de fora pode às vezes ser capaz de manter o equilíbrio entre pontos de vista divergentes mais facilmente do que aquele que se está no meio da briga (HUXLEY, 1940, prefácio V- tradução nossa).

A referida associação iniciou-se informalmente no outono de 1936, com reuniões entre membros do jardim botânico real de Kew e do John Innes Horticultural de Merton. Em 3 de maio de 1937 foi formalizada sob o título: “Comissão zoológica e botânica conjunta sobre a

sistemática em relação à Biologia Geral, passando a ser chamada posteriormente de Associação para o estudo da sistemática em relação à Biologia Geral”. A reunião de abertura ocorreu em 25 de junho de 1937 na Sociedade Lineana tendo seu presidente Dr. Julian Huxley proferindo a setenta e quatro biólogos.

Os objetivos estabelecidos pela associação foram inúmeros, entre eles estão: examinar as bases teóricas, históricas e as metas práticas da taxonomia; considerar o quão longe a classificação existente está dos dados citogenéticos, ecológicos, fisiológicos, embriológicos e paleontológicos para exigir que uma nova terminologia seja introduzida; investigar os dados e os materiais já disponíveis sobre taxonomia ou que influenciem esta, para correlacionar com princípios biológicos gerais e estabelecer generalizações sistemáticas comparativas; pressionar para o aumento do quadro de taxonomistas e outros biólogos em museus e outras instituições; investigar os melhores métodos de ensino de sistemática e de trabalho de campo em universidades e escolas; e, por fim, estimular a discussão e promover a cooperação entre trabalhadores dos diferentes ramos da biologia em problemas de interesse taxonômico (NATURE PUBLISHING GROUP, 1937a).

Em agosto do mesmo ano, 1937, outra publicação foi feita pelo grupo, ressaltando a importância da sistemática em relação à Biologia como um todo. No artigo, salientou-se a preponderância da classificação frente a qualquer outra pesquisa na Biologia. Apontou o descaso com que os princípios classificatórios tinham sido tratados principalmente em seus aspectos filosóficos e lógicos e também a falta de clareza entre os próprios taxonomistas quanto a termos constantemente utilizados como filogenia e sistema natural. Para o grupo, seriam os problemas mencionados que culminaram na dificuldade de equalizar a natureza conforme a classificação filogenética, uma vez que os livros textos definiram como meta da classificação natural reconstruir o curso da evolução possibilitando a construção de esquemas em formato de árvores na qual cada grupo encontra-se estático em um ramo. Na sequência, o artigo discutiu o mérito da taxonomia tradicional ortodoxa baseada na morfologia em conjunto com dados geográficos na apresentação de resultados satisfatórios. Sobre alguns grupos de plantas e animais como invertebrados, o grupo afirmou que muito havia para ser explorado e ainda havia espaço para novos métodos de descrição, comparação e de terminologia. O artigo levanta também uma preocupação não resolvida. Os novos métodos taxonômicos, baseados na morfologia, deveriam ser independentes da taxonomia existente ou expandidos para contemplar informações citológicas, ecológicas, genéticas, entre outras, enquanto caracteres para agrupamento dos organismos em grupos? Portanto, seria preciso estudar a possibilidade e a intenção de uma taxonomia ampla como ideal. Segundo o artigo, as

regras internacionais de nomenclatura criadas pela taxonomia ortodoxa seriam um obstáculo a uma taxonomia expandida (NATURE PUBLISHING GROUP, 1937b).

O que de fato o artigo objetivava era se autodivulgar por meio de uma conceituada revista como a *Nature* atingindo o maior número de biólogos possível. Também, demonstrar as controvérsias em torno da taxonomia, temática na qual a associação se debruçava e como pano de fundo desses problemas estava o desejo central do grupo: unificar a taxonomia. Em vários momentos do artigo esse interesse é explicitado, sendo, logo na sequência, contrastado com as dificuldades de sua realização. Em outros trechos, contudo, o artigo é escrito com a intenção de convencer o leitor, inclusive amador, de que precisa de ajuda para que seus dados classificatórios possam adquirir uma interpretação mais ampla com a ajuda de outros campos. Nesse sentido, o artigo cumpre com um dos objetivos da Associação que é de correlacionar e estabelecer generalizações sistemáticas comparativas entre dados da taxonomia com outros advindos dos mais recentes campos como citologia, genética e ecologia formando um novo panorama, o filogenético, que ocasionaria mais precisão, lógica e uniformidade a este campo. Portanto, os intentos de unificação e “positivização” da Biologia já chegavam também à taxonomia, a mais antiga das áreas de pesquisa natural. Esta seria a nova taxonomia explicitada no livro de Huxley três anos mais tarde.

Até um quarto de século atrás, era possível pensar a sistemática como um ramo especializado, ao invés de ramo limitado da biologia, empírico no seu todo e desprovida de princípios unificadores, indispensáveis como base para todos os trabalhadores biológicos, mas sem muito interesse geral ou aplicação para outros ramos da sua ciência. Hoje, por outro lado, a sistemática tornou-se um dos pontos focais da biologia. Aqui podemos verificar as nossas teorias sobre seleção e propagação de genes de encontro a casos concretos, encontrar material para inúmeras experiências, construir novas induções: o mundo é nosso laboratório, a evolução é nossa própria cobaia (HUXLEY, 1940, p. 1-2 - tradução nossa).

A “nova” taxonomia, enquanto instrumento, ressurge das cinzas tendo como função possibilitar à Biologia, sob o auxílio das novas e recentes criadas áreas, a comprovação da ocorrência da evolução, ou como disse Julian Huxley (1940, p.4 - tradução nossa) “representar a evolução em ação”. Seu trabalho seria detectar a descontinuidade, a produção de espécies e o modo como ocorrem as mudanças dentro de um grupo quando não há descontinuidades ocorrendo. Com isso, a nova taxonomia mostraria a ordem que realmente existe na natureza. Isso se resume nas palavras de Huxley (1940, p.4 - tradução nossa), para o qual “o problema das espécies, em seu duplo aspecto de sua diferenciação e sua manutenção como grupos separados, está no coração tanto da teoria quanto da prática da taxonomia”.

Parece não ter sido despropositado o fato de Huxley ter promovido a taxonomia dando-lhe uma nova roupagem por meio dos elementos e necessidades de sua época. A taxonomia seria o alibi para concretizar a evolução na Biologia enquanto uma ciência autônoma, unificada e logicamente capaz de testes, experimentos e deduções. Por outro lado, faria renascer um campo em declínio. Dada sua herança na História Natural, a taxonomia aglutinaria informações em um campo mais sólido, favorecendo seu status promovido pela publicação de resultados mais generalizáveis e comparáveis provenientes de várias áreas. Ao que parece, a ideia de investigar como ocorrem as discontinuidades e as mudanças entre as espécies, também tinha como fundamento o grande interesse de Huxley pela eugenia¹⁶. De qualquer modo, a criação de uma associação paralela àquela que tratava dos problemas da genética, paleontologia e sistemática foi frutífera, pois deu espaço a discussões estritamente do âmbito da sistemática permitindo fortalecê-la e alavancá-la.

O'Hara (1997) acredita que dois períodos podem ser observados na sistemática ao longo da primeira metade do século XX, embora não sejam nítidos. Trata-se do tipo de pensamento acerca dos seres vivos utilizados na classificação, o que desencadeou novas formas de se pensar os problemas entre a sistemática e a evolução. O primeiro período corresponde ao pensamento populacional cunhado por Mayr em 1959, que contradiria a lógica anterior da classificação, o pensamento tipológico, fortemente argumentado pelo próprio biólogo (WINSOR, 2006a; 2006b). Pautado na tipologia e no essencialismo, o pensamento anterior veria a variação de um indivíduo numa dada espécie como anomalia, um erro causado por influências externas já que a espécie teria uma forma natural, um molde a seguir. “Na ausência de influências externas que fazem com que os indivíduos desviem do seu verdadeiro tipo, todos os indivíduos de uma espécie seriam para sempre os mesmos, porque o tipo de cada espécie permanece fixo através do tempo” (O'HARA, 1997, p. 324 – tradução nossa).

Diferentemente do pensamento tipológico ou essencialista, o pensamento populacional entendia que as variações ocorridas em indivíduos de uma determinada espécie foram reflexos de processos evolutivos, propriamente a mutação e a recombinação gênica, acionadas pelo mecanismo da seleção natural. Podendo ser herdadas, essas variações seriam incorporadas ao longo das gerações causando o distanciamento do ancestral (O'HARA, 1997). Portanto, a forma de ver a diversidade e aplicar esse entendimento à taxonomia decorre do avanço das pesquisas genéticas e corresponde a um grande salto na epistemologia da classificação dos seres vivos efetuada até então.

¹⁶ Mais detalhes sobre esse aspecto em Timson (1999).

Contrastando o pensamento populacional, mas não o substituindo, estava o pensamento em árvore, que aproximou ainda mais os princípios evolutivos à prática taxonômica. Desse tipo de visão, e distanciando-se ligeiramente dele, surgiram outras duas formas de interpretar os fenômenos evolutivos em grande escala na biodiversidade. Trata-se do pensamento em grupo e do pensamento desenvolvimentista. O pensamento grupal via cada indivíduo como sendo uma amostra de um conjunto de indivíduos pertencentes a um mesmo grupo, assim como o cão pode ser representante dos mamíferos. O pensamento em árvore, diferente do pensamento em grupo, não entendia os indivíduos como amostras, mas como partes integrantes de uma única e grande árvore filogenética. Desse modo, não seriam as espécies que deveríamos examinar para compreender as causas da evolução, mas os eventos evolutivos que causaram as mudanças visualizadas nessas espécies. Essa nova forma de pensar as mudanças na biodiversidade afetou diretamente à taxonomia que passou a considerar estudos adaptativos, ecológicos, fisiológicos, entre outras áreas, salienta O'Hara (1997).

Por fim, outra forma de se compreender a biodiversidade seria buscada pelo pensamento desenvolvimentista que entendia a história evolutiva como história individual ou desdobramento evolutivo. Em outras palavras, não haveria uma árvore em sua narrativa, mas um direcionamento, por exemplo: seria focalizado o desenvolvimento de uma espécie rastreando-a desde seu ancestral e enfatizando a complexidade sofrida. É como se considerássemos o homem como o mais complexo e evoluído biologicamente, o que direciona a uma representação linear e proporcionalmente maior do que o desenvolvimento sofrido pelos demais seres vivos. O'Hara (1997) complementa que este tipo de pensamento está presente no público em geral e principalmente entre estudantes, causando sérios equívocos.

3.10 A concretização da reforma metodológica na Taxonomia.

Diante do contexto vivenciado, a reforma metodológica na taxonomia era inevitável, só não tinha data definida. Eram muitas as deficiências desse campo no início do século XX, desde a “incapacidade de inferir alegações evolucionárias” (VARMA, 2013, p.48 - tradução nossa), o uso de indivíduos como unidades evolutivas, até a falta de fatores para determinar grupos taxonômicos. Ao final da década de 1950 a situação se agravou com a acusação de que os sistemas de classificação hierárquicos iam contra a lógica evolutiva e que pressupunham a lógica formal, nos conta Varma (2013).

O botânico John Scott Lennox Gilmour foi um dos apontados por promover o positivismo ou empirismo lógico no período entre 1930 e 1940. Gilmour havia contribuído para a obra de Huxley “Nova sistemática” e nela dito que o positivismo lógico havia surgido como programa de pesquisa entre físicos, filósofos e matemáticos e que os princípios básicos da classificação não poderiam ser formulados isoladamente de uma teoria epistemológica adequada de como se obtém conhecimento (VARMA, 2013).

O capítulo de Gilmour na obra de Huxley parece ter sido interpretado isoladamente de todo os seus trabalhos anteriores e posteriores. Varma (2013) nos explica que a intenção de Gilmour era convencer botânicos a usarem a filosofia da classificação para divulgar os debates metodológicos dessa área incentivando o olhar lógico e epistemológico para os sistemas classificatórios. A adoção de sistemas classificatórios evolutivos exigiria exatamente esse olhar, além de um grande exame e revisão.

Varma (2013) acrescenta que, ao dirigir-se aos sistemas de classificação tradicionais, especificamente às práticas metodológicas exercidas durante o início do século XX, Gilmour teria chamado a atenção para o trabalho da taxonomia. Ou seja, como os organismos eram agrupados e a ontologia dos grupos formados, que não se fundamentavam mais em pragmatismos e utilidades medicinais. Destacou ainda que, muito embora os sistemas classificatórios ao longo dos séculos tiveram como intenção refletir um plano criador, eles não fizeram isso. Gilmour ainda disse que havia uma associação direta entre a posição ontológica dos taxonomistas e os sistemas que produziram, o que acarretou no esquecimento de que outros sistemas além do lineano estavam disponíveis. “De fato, tão universal é seu uso que passou a ser considerada a classificação por excelência, e o fato de ser apenas um de muitos é muitas vezes esquecido” (GILMOUR, 1936, p. 99, apud VARMA, 2013, p.73 – tradução nossa). Gilmour, portanto, defendia o abandono de posições ontológicas no exercício da classificação natural, real, ou seja, evolutiva.

O botânico ainda observou que a Teoria da Evolução não inspirou qualquer reforma metodológica significativa, pelo menos logo após sua publicação. Mas que foi com as investigações nas áreas da genética, citologia e ecologia acerca dos mecanismos evolutivos que mudanças de fato puderam ser vislumbradas. Gilmour argumentou que a nova geração de biólogos poderia, a partir daquele momento, levantar questões antes restritas ao domínio da taxonomia tradicional. Observa-se, dessa forma, que pessoas de ramos distintos da taxonomia começaram a adentrar nesta ciência, o que teria forçado a taxonomia a criar novos termos que pudessem expressar uma taxonomia evolutiva e até mesmo redefinir os já usados (VARMA, 2013). Esse seria o primeiro passo de uma mudança no ponto de vista da classificação

efetuada. Ao mudar o sistema de referência para a busca pela evolução, a taxonomia deixava para trás aspectos que a tornavam deficiente.

Uma coisa curiosa acontece se o problema for abordado dessa maneira. Se o ponto de vista da taxonomia morfológica mais antiga é definido como "o estudo da diversidade morfológica dos seres vivos" e o ponto de vista da taxonomia evolutiva é definido como "a investigação de como essa diversidade surgiu", então a diferença entre os pontos de vista sugere que a taxonomia morfológica é estática e a taxonomia evolutiva é dinâmica. Em outras palavras, a taxonomia morfológica torna-se um estudo de resultados e a taxonomia evolutiva torna-se um estudo de processos. Se esse fosse o caso, disse Gilmour, então os taxonomistas têm boas razões para manter as classificações resultantes distintas, pois servem a propósitos diferentes (VARMA, 2013, p. 80 - tradução nossa).

Apesar disso, Gilmour defendia um futuro não para a taxonomia evolutiva, mas para sistemas de classificação filogenéticos. Gilmour assim se expressou:

Destino da Taxonomia? Com o desenvolvimento da genética, citologia e ecologia, há trinta ou quarenta anos, os taxonomistas começaram a perceber que, se um sistema de classificação refletisse com precisão a verdadeira estrutura do reino vegetal e formasse um instrumento adequado para o progresso, sua base deveria ser ampliada para incluir os fatos revelados por essas novas ciências. Um certo número de estudos taxonômicos começou a aparecer nestas novas linhas, lado a lado, é claro, com a continuação do antigo tipo de trabalho com base apenas em dados morfológicos e distributivos. Hoje, esses dois fluxos de atividade taxonômica se separaram parcialmente no que se chamava convenientemente a taxonomia "alfa" (ou antiga) e "ômega" (ou nova), respectivamente. E quanto ao futuro? De um modo geral, concorda-se que, embora o trabalho "alfa" seja ainda essencial, especialmente para as floras pouco conhecidas, das quais apenas material de herbário está disponível para estudo, os métodos "ômega" podem ser aplicados fecundamente a floras conhecidas de que existe um amplo material. Para o trabalho cultural, genético e citológico. O autor defende a ideia de que estas duas correntes devem estar muito mais claramente separadas do que atualmente se não pretendem interferir uma com a outra na sua desvantagem mútua. Ele não defende, naturalmente, a não cooperação, mas sim o pleno reconhecimento dos diferentes conceitos e terminologia envolvidos nas duas taxonomias e, se possível, a obtenção de uma medida de concordância entre taxonomistas, geneticistas, citologistas e ecologistas em uma base comum para o progresso "ômega" (GILMOUR, 1936, p. 417 - tradução nossa).

Outro aspecto que marcou a reforma metodológica na taxonomia refere-se à abordagem quantitativa resgatada por meio da estatística, o que ressaltou ainda mais as questões entre lógica e taxonomia debatidas por Gilmour. Inseridas pelo paleontologista americano George Gaylord Simpson, as abordagens estatísticas submetidas a uma classificação evolutiva estavam contidas principalmente nas suas controversas obras:

“Princípios da Classificação e a Classificação dos Mamíferos” de 1945 e “Princípios da Classificação animal” de 1961.

Simpson trabalhou, a princípio, tentando adequar ao máximo o sistema taxonômico tradicional às novidades evolutivas, até que essa abordagem começou a desafiá-lo exigindo uma abordagem quantitativa. A taxonomia estava exigindo a lógica matemática em seus próprios dados. Com cautela, Simpson foi aos poucos mudando de metodologia. A partir de 1930, podem ser observados em seus trabalhos tratamentos exclusivamente matemáticos nas análises sobre fósseis de mamíferos do mesozoico, como testes “T” para determinar probabilidades de parentesco entre amostras em análise. Para Simpson, a mudança de olhar do organismo para populações era exatamente o que se esperava para uma taxonomia evolutiva. Ao usar o programa estatístico de R.A.Fisher, e propô-lo como metodologia quantitativa para estudos em zoologia, Simpson sabia das dificuldades que encontraria perante seus pares zoólogos, apesar de estar consciente de que a estatística daria à taxonomia da zoologia a objetividade contra uma longa reputação subjetiva. Mas teria sido a matemática o primeiro problema real enfrentado. Devido à complexidade, seria improvável que taxonomistas colocassem a nova metodologia analítica em prática. Adaptações foram feitas e, mesmo assim, muitos taxonomistas consideraram o método inadequado para investigar fenômenos evolutivos. Não muito tempo depois se descobriu que talvez esses métodos não fossem tão inadequados e os taxonomistas mais resistentes temeram a total mudança metodológica. Desse modo, em pleno auge do positivismo lógico a inferência dedutiva oferecida pela matemática e pela lógica foi defendida por Simpson como sendo útil à taxonomia (VARMA, 2013). E de fato foi. O que fez com que um livro dedicado à Zoologia Quantitativa fosse encabeçado por Simpson.

O uso de métodos quantitativos em zoologia mudou consideravelmente desde a primeira edição em que este livro foi escrito (principalmente em 1937) e publicado (1939). A então aplicação de quaisquer técnicas numéricas, mas extremamente elementares, era bastante incomum neste campo. Os alunos quase nunca receberam treinamento explícito na manipulação de dados quantitativos. Os zoólogos praticantes não eram, em regra, profundamente ignorantes dos princípios da estatística, mas também, em muitos casos, abertamente antagônicos a qualquer abordagem estatística dos seus problemas. Foi essa situação e nossa insatisfação com ela que levou os autores originais a escrever este livro (SIMPSON; ROE; LEWONTIN, 2003, p. IV-V - tradução nossa).

Estabelecendo as bases da reforma metodológica na taxonomia, estes personagens prepararam um terreno fértil e de novas possibilidades para o que viria a ser o método

sistemático filogenético de Willi Hennig, um alemão que, na década seguinte (1960) abordaria os problemas metodológicos da taxonomia com um olhar repleto de repercussões filosóficas e lógicas. Apesar disso, Mayr (1998, p. 254) considera que as metodologias surgidas “não se apresentavam como reformas, mas muito mais como substituições revolucionárias dos procedimentos existentes”, um argumento que pode ser facilmente combatido hoje pelo fato de que nenhum método de fato substituiu o outro, nem seus procedimentos, apenas os modificou, o que chamamos de reforma metodológica da taxonomia.

Como vimos, a prática taxonômica que contempla a nomeação e classificação dos seres vivos é antiga. Muitos sistemas foram propostos, mas foi Lineu quem conseguiu criar normas úteis e fáceis de utilização. Contudo, seu sistema não contemplava aspectos como, por exemplo, a evolução. Quando essa possibilidade se tornou conhecida na Biologia, todos os ramos desta ciência foram perturbados. Modificações tiveram de ser feitas e novos rumos buscados. A taxonomia, que até então era a busca pela descrição, nomeação e classificação das espécies, encontrou dificuldades em agregar inúmeros outros conhecimentos que foram sendo acumulados dos estudos paleontológicos, citológicos, genéticos e ecológicos, em decorrência da busca pelos mecanismos que causariam a evolução. Paralelamente, a taxonomia tornou-se alvo de críticas, abandono de muitos pesquisadores dedicados à área e incertezas quanto ao futuro.

Portanto, a crise na taxonomia deve-se a vários fatores, entre os principais estão os princípios evolutivos, pois foram eles que direcionaram a Biologia pela busca de explicações. O positivismo lógico também influenciou indiretamente, a princípio, pois a Biologia era alvo de cobranças pela busca de leis, como as outras ciências já consolidadas Física e Química. Esses dois fatores principais, mas não únicos, resultaram no movimento para uma reforma metodológica, e a taxonomia, encabeçada por aqueles que se uniram a outras áreas em busca de mudanças, apareceu com outra roupagem: a sistemática. A sistemática não apenas olharia para a morfologia, ela iria além, incluiria métodos e informações adquiridos pelos novos campos da Biologia, Matemática e Estatística. E foi assim que ao longo da primeira metade do século XX a reforma metodológica da taxonomia foi se construindo, desencadeando classificações diversas a fim de demonstrarem, cada vez com mais naturalidade, as divergências de um ancestral, tal como nos apresentou primeiramente a Teoria da Evolução.

No próximo capítulo, veremos como essas classificações se encaminharam teórica e metodologicamente ao longo do século XX.

CAPÍTULO IV

ESCOLAS TAXONÔMICAS NA BIOLOGIA

A Teoria da Evolução repercutiu de tal forma na prática de classificação dos seres vivos que, durante todo o século XX, observou-se um aumento considerável de sistemas classificatórios. Alguns deles se estenderam até o século XXI e outros sequer foram conhecidos. O século XX mostra-se, inclusive, como contexto do surgimento de diferentes escolas taxonômicas, refletindo cada qual a seu modo um momento do contexto vivenciado pela Biologia, resultados da reforma metodológica iniciada naquele século.

Neste capítulo, estabelecemos uma comparação entre as diferentes propostas classificatórias do século XX em relação à última escola taxonômica denominada de Sistemática Filogenética. Discutimos se o método proposto por Willi Hennig, fundamentado na Teoria da Evolução, pode ser caracterizado como uma novidade para a prática classificatória na Biologia ou deve ser visto como consequência do contexto intelectual vivenciado por esta ciência.

4.1 O Século XX.

Na prática, não há uma única maneira de se classificar os elementos do universo. Na teoria, por outro lado, as classificações devem representar um sentido particular e apropriado. Na Biologia, por exemplo, há distintas formas e possibilidades de se classificar um ser vivo, mas, desde o século XX, aproximadamente, todas essas classificações devem “representar inequivocamente as relações de parentesco entre os táxons” (AMORIM, 2002, p. 17). Assim, embora se possa considerar a classificação dos seres vivos como algo meramente prático, ela é na verdade um empreendimento complexo de natureza filosófica e epistemológica (ARAÚJO-DE-ALMEIDA, et al 2009). Portanto, a teoria não se sustenta sem uma prática, e a recíproca é verdadeira. Compreender isso é ir além do simples ato de classificar segundo uma dada teoria, é por isso que “a filosofia não é estranha à classificação” (READ, 2009, p.1 - tradução nossa).

Ao longo do século XX diferentes classificações voltadas à recuperação de informações acerca dos seres vivos foram propostas. A proposição de novos métodos de organização dos seres vivos se deu por pelo menos dois fatores contextuais: a publicação da Teoria da Evolução na Inglaterra, em 1859, e tudo que ela significou, conforme vimos no capítulo anterior, e o aparecimento das primeiras calculadoras e computadores eletrônicos nos

Estados Unidos ao final da década de 1950 (AMORIM, 2002). Como não poderia deixar de ser na atividade científica, outras divergências de ordem teórica e prática podem ser citadas, como o movimento da Biologia pelo seu status de ciência; a busca por existência de leis e de testes capazes de prever resultados; entre outros aspectos (HITCHCOCK, 1916).

Assim, por volta das décadas de 1930 e 1950 podem ser observadas três correntes de trabalho na sistemática. A primeira, no contexto anglo-americano, foi encabeçada por J.S. Huxley, Ernest Mayr e G. G. Simpson que defendiam a taxonomia evolutiva pautando-se na síntese moderna em busca de uma sistemática que correspondesse aos preceitos da nova biologia evolutiva, bandeira de luta da autonomia da Biologia desde o início do século XX (HAMILTON, 2014).

A segunda escola, inaugurada por Michener e Sokal e, posteriormente, por Sokal e Sneath, fazia uso de operações numéricas extensas, auxiliadas por equipamentos eletrônicos de última geração para revelar o quanto os grupos eram mais ou menos aparentados entre si.

A terceira e última escola surgiu ultrapassando as fronteiras dos grupos científicos britânicos e ingleses atingindo a Alemanha (VARMA, 2013) com a proposição de uma Sistemática Filogenética ou Cladística, como ficou conhecida entre os anos de 1960 e 1970, encabeçada inicialmente por Walter Zimmermann e concretizada por Willi Hennig. Apesar da importante contribuição destes alemães à Biologia, seu contexto não tem sido explorado como deveria, ignorando-se as bases epistemológicas e filosóficas nas quais a Sistemática Filogenética se fundou (HAMILTON, 2014).

Enquanto os norte-americanos expandiam suas fronteiras e territórios, estimulando paralelamente viagens e expedições de naturalistas, os museus europeus, como em Paris e em Berlim, angariavam suas coleções por intermédio das coletas durante as guerras ou expedições de navegações. Os alemães, em especial, foram atraídos a viajar para lugares de grande promessa para a ciência, como Ásia, América do Sul e África. Essa foi uma das características que justificaram o status conquistado pela Alemanha em termos de liderança na pesquisa científica na maioria das áreas. Portanto, diferentemente da América do Norte, a Alemanha não estava motivada pela busca comercial ou colonial, mas científica (KOHLENER, 2014). Esse contexto tem reflexo na terceira escola taxonômica do século XX.

Com intuito de possibilitar elementos para a comparação entre essas três correntes de trabalho na sistemática discutiremos, na sequência, cada uma das escolas e classificações propostas separadamente.

4.1.1 Escola Gradista.

Chamada também de Taxonomia Evolutiva ou Sistemática Evolutiva esta escola procurava seguir rigorosamente os passos de Darwin ao reconstruir as relações de parentesco entre os grupos, considerando as adaptações sofridas e o papel do habitat nesse processo. A escola visava apresentar os graus ou níveis de mudança evolutiva, determinando a diversificação ocorrida a partir de um ancestral.

A taxonomia evolutiva, como o próprio nome diz, é fundamentada na Teoria da Evolução, mas aceita alguns pressupostos como o uso da similaridade (utilizada na classificação tradicional, anterior à Darwin), unindo essas abordagens com o pensamento biológico moderno (READ, 2009). Apesar de bem fundamentada, o gradismo não dispõe de um método (AMORIM, 2002), como também não há regras claras sobre como proceder a taxonomia na perspectiva da escola (READ, 2009).

As preocupações da Gradista, segundo Mayr (1998), seriam primariamente fornecer classificações que armazenem informações para o uso nas mais diversas disciplinas da Biologia.

A delimitação e o agrupamento de espécies aparentadas por meio da similaridade é o primeiro passo nesse processo, e o teste da monofilia desses grupos e de sua disposição na árvore genealógica é o segundo. Esta é a única maneira pela qual ambos os critérios de Darwin para uma classificação sólida dos organismos podem ser satisfeitos. (MAYR, 2008, p. 192).

Os dois critérios de Darwin dos quais Mayr se refere dizem respeito aos conceitos de genealogia e semelhança.

Para Mayr, a taxonomia a ser utilizada na Biologia precisaria saber lidar com as fronteiras da vida biológica sem precisar para isso recorrer a fundamentos de disciplinas como a Física e a Química. Aliás, Mayr foi um ávido defensor da insubordinação a essas áreas e pela autonomia da Biologia enquanto ciência. A Teoria da Evolução permitiria à Biologia esse status, mas para tanto, seria necessário que todos os campos desta ciência tratassem a evolução como seu pressuposto básico (MAYR, 2005; READ, 2009; SMOCOVITIS, 1992).

Portanto, a necessidade da taxonomia refletir adequadamente a descendência comum e o grau de divergência tem grande importância. Considerando o papel unificador, a classificação é uma ferramenta interpretativa que permite aos biólogos de diferentes campos fazer inferências. Os princípios da taxonomia evolutiva devem se unir para promover essas ideias. Por isso, Mayr estabelece limites da disciplina da biologia que podem ser resumidos

como um conjunto de regras para a formação de classificações (READ, 2009, p. 40-41 - tradução nossa).

Segundo Mayr (1968 apud READ, 2009, p. 41 - tradução nossa), a regra de número 1 seria: “se x são itens a serem classificados, então x devem ser agrupados de acordo com características compartilhadas”. De certa forma essa regra não acrescenta nada novo à classificação efetuada antes de Darwin, uma vez que semelhanças morfológicas, por exemplo, eram critérios de agrupamentos em Lineu e em outros sistemas antes dele. O que pode ser considerado com distintivo é o fundamento desta regra que pressupõe ancestralidade dado que todo compartilhamento de características pressupõe herança, portanto, temporalidade e modificações, fundamentos ausentes no sistema lineano e anteriores.

Regra de número 2: “se x é um grupo de itens em que cada item possui um ou mais traços compartilhados e x deve ser classificado, então x é agrupado em grupos progressivamente maiores, cada um compartilhando um traço ou traços” (MAYR, 1968 apud READ, 2009, p. 41 - tradução nossa). De modo similar à regra anterior, Mayr pressupõe enquadramentos em hierarquias cada vez maiores que reflitam agrupamentos ancestrais.

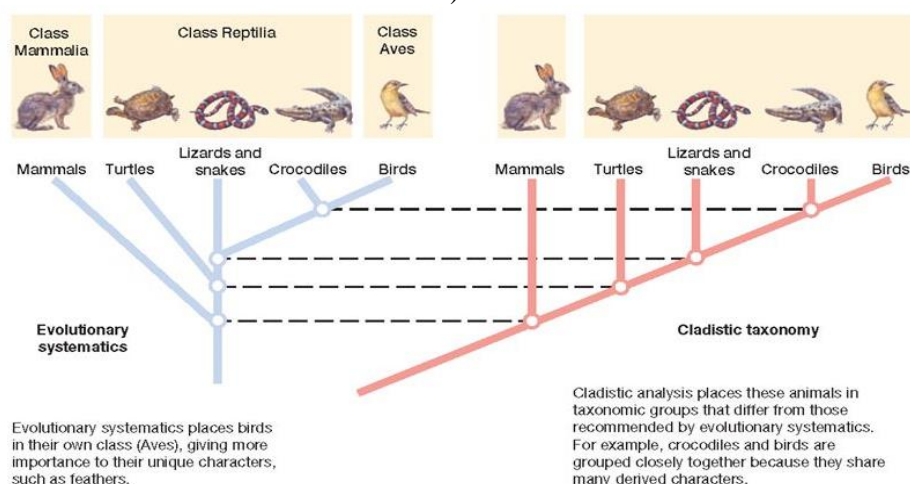
Regra de número 3: “se x é uma classificação, incorporando tanto um agrupamento quanto a classificação de uma população, então x deve ser natural” (MAYR, 1981 apud READ, 2009, p. 43 - tradução nossa). Ao demonstrar o fundamento do sistema, ou seja, sua naturalidade, Mayr demarca a distinção da Biologia perante as demais ciências. Em outras palavras, a Biologia lida com entidades reais o que pressupõe uma visão realista do mundo, ou seja, não teológica, nem fisicalista e muito mesmo mecanicista (MAYR, 2005). Para Read (2009), o termo natural era para Mayr a objetividade esperada para a Biologia enquanto ciência, a capacidade de realizar testes a partir de observações sobre fenômenos reais, naturais.

Regra de número 4: “se x é uma população a ser classificada, então a classificação resultante deve refletir a filogenia” (MAYR, 1981 apud READ, 2009, p. 43 - tradução nossa). Entende-se aqui por filogenia o conjunto dos processos evolutivos pelos quais um dado grupo de organismos passou durante sua história evolutiva como, por exemplo, adaptações ambientais e alimentares. Desse modo, a filogenia pode ser identificada ao se resgatar outras evidências sobre a população em estudo, comparando-as.

Regra de número 5: “se x é uma classificação, então x deve ser explicativa” (MAYR, 1981 apud READ, 2009, p. 47 - tradução nossa). Para Mayr (1998), a função da classificação é servir de depósito informativo pronto para ser acessado e recuperado, portanto, útil.

Regra de número 6: “se x é um táxon, então x deve ser ajustado para o grau de divergência que seus membros mostram a partir das relações filogenéticas” (MAYR, 1981 apud READ, 2009, p. 48 - tradução nossa). Tal grau de divergência implica na modificação dos grupos em duas dimensões, vertical, ocasionada por processos reprodutivos, adaptações em novos nichos etc., e horizontal ao produzir descendentes, e com isso, diferentes indivíduos (FIGURA 1) (READ, 2009).

Figura 1- Comparação entre as representações das escolas Gradista (à esquerda) e Cladística (à direita).



Fonte: ELLIOTT (2015). Disponível em: < <http://slideplayer.com/slide/8255533/> >
Acesso em 05/12/2017.

A árvore filogenética, enquanto representação da filogenia, segundo Mayr, não mostraria adequadamente a origem de todas as espécies, porque as populações mudam em graus distintos uma das outras. Nesse aspecto apenas a dimensão horizontal seria observada em árvores filogenéticas, ou seja, o aparecimento de espécies, ocultando-se os eventos que causaram a modificação dos caracteres em indivíduos e populações individuais ao longo do tempo.

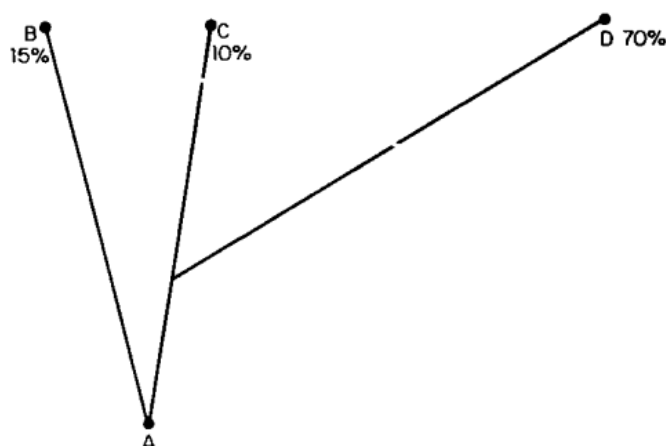
Este talvez seja o ponto chave desta escola taxonômica, a necessidade de mostrar em classificações não apenas modificações na diversidade, ou seja, a ancestralidade, mas também o quanto uma linhagem mudou desde seu ancestral, ampliando seu poder explicativo. “Assim, na taxonomia evolutiva, uma classificação é estimada pela filogenia e depois ajustada para refletir o grau de diferença” (READ, 2009, p. 49 – tradução nossa).

Para Mayr (1998), as principais características da taxonomia evolutiva são a reconstrução de relações de parentesco e a demonstração das adaptações decorrentes do habitat. Assim, determina-se o grau de diversificação a partir do ancestral. Esses níveis de

mudança evolutiva são conhecidos como graus, por isso a escola ficou conhecida como gradista. Observe um exemplo (FIGURA 2) de como esse grau de diversificação é tratado pelo gradismo, conforme explica Mayr:

Esta situação é melhor ilustrada por um diagrama [...]. Haverá uma diferença genética máxima de 25 % o entre os genomas de B e C, mas de 60 a 70% entre C e D. O cladista dirá que C está mais relacionado com D do que com B, o evolucionista e fenenetista dirão que C é muito mais próximo de B do que de D. Esta independência de mudanças adaptativas da divisão filética é a razão pela qual o taxonomista evolutivo adota uma definição muito diferente de relacionamento. Para ele, a relação significa a quantidade inferida de genótipo compartilhado, significa conteúdo genético em vez de parentesco puramente formalista. Para o que é de interesse primário em um taxon, seu papel evolutivo, seu sistema de adaptações e todas as correlações em sua estrutura e caracteres, é, em última instância, codificado em seu genótipo (MAYR, 1974, p. 102-103 – tradução nossa).

Figura 2 - Diferença percentual entre o indivíduo A e seus descendentes B, C e D.



Fonte: MAYR (1974, p. 103).

O esquema representativo como pode ser visto é o filograma, ou seja, ilustração que visa “representar na classificação não apenas a ramificação das linhas filéticas¹⁷, mas também a sua subsequente divergência” (MAYR, 1998, p. 267). Em outras palavras, indica-se durante a ordenação dos táxons se eles são ou não diferentes de seus grupos irmãos, provenientes de mudanças, seja um evento evolutivo ou variações ambientais. Dá-se grande valor a características autapomórficas, ou seja, presentes apenas em um dos grupos irmãos. É o caso das aves que, segundo Mayr, adquiriram inúmeras autapomorfias ao longo do tempo em virtude de adaptações.

¹⁷ Relativas às linhagens que originam filós.

Levando em consideração que o número de caracteres, adquirido pelas aves, desde a sua ramificação, a partir do ramo dos arquissauírios, é muitas vezes tão grande como o número dos caracteres que distinguem os arquissauírios dos grupos répteis, as aves são reconhecidas como uma classe separada dos vertebrados, ao invés de classe combinada com os crocodilos (únicos arquissauírios sobreviventes), numa ordem (MAYR, 1998, p. 267).

A grande dificuldade de se estabelecer graus de modificação, tal como propõe a Escola Gradista, é que essa ação pressupõe a necessária existência de ancestrais reais - “elos” - quando na verdade isso não é tão fácil de inferir quanto parece.

A sétima e última regra define que: “se x é um táxon de qualquer nível, então generalizações devem ser capazes de serem feitas sobre x” (MAYR, 1968 apud READ, 2009, p. 50 - tradução nossa). Esta regra nada mais faz do que reafirmar as demais regras postuladas, deixando claro o papel da taxonomia evolutiva, que é a de pautar-se na genealogia e na semelhança por meio de rastreamento da filogenia, mostrando não apenas os ancestrais dos grupos biológicos, como também os caracteres que se modificaram a partir deste ancestral. Tudo isso constituindo-se em um arcabouço útil e informativo.

O que se pode ver de maneira sintética na Escola Gradista é o reflexo de um momento da História da Biologia.

Mayr (1998) foi por um longo período o porta-voz desta escola e conta que a abordagem evolutiva para a taxonomia surgiu após o renascimento da taxonomia propiciada pela publicação e pressupostos de trabalho fornecidos pela obra “Nova Sistemática” de Huxley. Até então nenhum outro livro estava disponível. Em 1951, três autores, sendo um deles Mayr, identificaram-se como tendo chegado a uma obra dessa magnitude. “E. G. Linsley, R. Usinger [...] e eu [...] descobrimos que, desconhecidos uns dos outros, as partes igualmente tinham quase terminado o manuscrito de tal texto” (MAYR, 1988, p. 14 - tradução nossa). Juntos os três decidiram concretizar o manuscrito que foi publicado em 1953. Uma nova versão foi publicada em 1969 sob o título “Princípios de Zoologia Sistemática” na qual se discutiu sobre a teoria e prática da nomenclatura zoológica; os conceitos e termos da taxonomia; o processo de identificação de espécies; o uso de caracteres taxonômicos; entre outros assuntos (MAYR, 1988).

A metodologia evolutiva é, portanto, anterior a todas as outras escolas taxonômicas. Ela iniciou-se sutilmente após a publicação da Teoria da Evolução adquirindo mais força na virada do século XIX para o século XX com o surgimento de novas disciplinas na Biologia. Paralelamente, a busca por compreender os princípios evolutivos demonstrados por Darwin,

entender outros que os novos campos desenvolviam e aplicá-los, fez com que a experimentação fosse valorizada em algumas áreas. Com isso, não isoladamente do ideal de objetividade postulado pelo positivismo, um grande abismo dividia experimentalistas e naturalistas, estes últimos ainda fortemente arraigados à taxonomia descritiva. Isoladamente, muitos pesquisadores tentavam demonstrar a necessidade de união de áreas como estatística para análise dos dados taxonômicos, mas o abismo foi superado apenas com a Síntese Moderna. Gradualmente, a taxonomia experimental foi ganhando espaço internacional. “Durante as décadas de 1930 e 1940, grupos de pesquisa semelhantes floresceram na Grã-Bretanha, na Escandinávia e na União Soviética” (HAGEN, 1984, p. 260 - tradução nossa). Foi um movimento aparentemente contra as expectativas, uma vez que “a taxonomia experimental nunca se tornou uma disciplina autônoma com uma organização profissional formal ou uma revista especializada” (HAGEN, 1984, p. 260 - tradução nossa). O que sustentava estes pesquisadores era principalmente o interesse mútuo pela abordagem, fato que também manteve fortemente os vínculos informais entre eles.

Com a síntese moderna, a parceria estabelecida entre os anos de 1920 e 1950 entre taxonomistas, ecólogos, geneticistas e citologistas abriram a possibilidade de reforçar o sentido comum por trás de suas pesquisas, a evolução. Muitos pesquisadores estavam trabalhando em diferentes campos apontando para perspectivas semelhantes. “Julian Huxley em biologia evolutiva, Ronald Fisher em genética e eugenia, Ernst Mayr em ornitologia, C.H. Waddington em genética e embriologia e G. Ledyard Stebbins em botânica” (OLSON, 1991, p. 342 - tradução nossa), além de Theodosius Dobzhansky com a genética de populações. Dessa forma, a Teoria Sintética da Evolução desenvolveu-se rapidamente. Simpson, na paleontologia, somou-se ao grupo. Sua convicção era de que a evolução agia em populações e não em indivíduos e fez uso de seus conhecimentos em estatística para realizar análises quantitativas que demonstravam as probabilidades necessárias para a compreensão de seu argumento, complementa Olson (1991).

Simpson, juntamente com Mayr, representam os fundadores ou proponentes da escola taxonômica tradicional ou evolutiva. Mayr tornou-se o porta-voz em defesa dessa abordagem frente às outras perspectivas que surgiram, assim como fez sérias críticas a elas (ROSEN, 1974). Portanto,

O gradismo, cujas raízes estão em pesquisadores como Julian Huxley, Ernest Mayr, George Gaylord Simpson e P.J. Darlington, Jr., entende que os táxons devem ser construídos para expressar etapas (graus ou grados, “grades” em inglês) da evolução em grupos. Esses grados corresponderiam, em uma

explicação sumária, a condições alcançadas com o surgimento de características especiais que lhes teriam conferido a habilidade de explorar novos ambientes ou de alcançar uma nova zona adaptativa. As classificações, assim, refletiriam as etapas na evolução dos grupos (AMORIM, 2002, p. 17).

Amorim (2002) discute que o Gradismo está tecnicamente correto no que diz respeito à busca pela história filogenética dos grupos. No entanto, uma de suas grandes fragilidades, dentre outras, é não considerar a classificação como um resultado inequívoco das relações entre os grupos. Desse modo, por ser um arcabouço informativo, os gradistas valorizam o conteúdo genérico que pode ser extraído das classificações e, com isso, não oferecem exclusividade às relações de parentesco.

4.1.2 Escola Fenética.

Conhecida como Taxonomia Numérica, Matemática ou ainda Neoadansoniana (PABÓN-MORA; GONZÁLEZ, 2011), esta foi a segunda escola a surgir no século XX tendo como objetivo principal inferir a semelhança ou a diferença entre os grupos. A escola Fenética surgiu juntamente com os computadores eletrônicos no final da década de 1950 tendo como seus principais proponentes Peter H. A. Sneath e Robert R. Sokal.

Para Amorim (2002, p. 92-93), a proposição Fenética para a sistemática foi influenciada por três fatores: “a dificuldade em lidar com os padrões aparentemente incongruentes da evolução”; “o subjetivismo das decisões dos sistemas tradicionais, que criavam ou desfaziam táxons com base em um ou poucos caracteres e sem critérios definidos”; e, “pelo interesse em desenvolver um sistema operacional ‘ágil’ para atividades de identificação taxonômica, aproveitando os recursos computacionais disponíveis”.

Mayr (2008) acrescenta que outro fator teria impulsionado a Fenética na taxonomia: o aumento de caracteres moleculares advindos de um método também fenético chamado hibridação de DNA. Assim, enquanto se contavam apenas com caracteres morfológicos, a Fenética era inviável, mas com o aumento de caracteres para a análise, a escola ganhou força.

De acordo com Sneath e Sokal (1973 apud READ, 2009, p. 74:81 - tradução nossa) sete princípios guiariam o conjunto de metas desta escola:

Princípio 1: “quanto maior o conteúdo da informação no táxon de uma classificação e em quanto mais caracteres ela se basear, melhor será uma dada classificação”. Este princípio demonstra o principal objetivo da escola Fenética, produzir classificações com o máximo de conteúdo informativo que se estiver disponível sobre os organismos.

O uso de um grande número de caracteres sugere estabilidade à classificação o que significa que se forem encontrados novos caracteres no futuro eles não impactarão na classificação estabelecida, explicam os proponentes do método. Da mesma maneira, se um carácter tiver sido mal interpretado ou analisado, ele não afetará a classificação final (READ, 2009). A defesa pelo uso de um grande número de caracteres é também possibilitar às diferentes disciplinas biológicas fazerem uso da classificação.

Em outras palavras, Sneath e Sokal sugeriram que o todo seria mais que a soma das partes, já que qualquer coisa que afetar uma ou outra parte não interferiria no todo. Uma interpretação bastante distante da perspectiva evolutiva que considera inúmeros eventos para interpretar mudanças específicas. Como Read (2009) discute, para a escola Fenética, o estudo da descendência e da prática taxonômica são coisas distintas e devem ser tratadas em separado, cabendo a esta última apenas ordenar e nomear servindo de guia para outras áreas.

Princípio 2: “a priori, cada carácter tem o mesmo peso na criação de táxons naturais”. Nesse sentido, a Fenética difere da Escola Gradista por não considerar a diferença dos pesos de “caracteres de importância taxonômica”, ou seja, que permitam mostrar a ancestralidade, quando comparados a outros caracteres (MAYR, 2008, p. 196). “O feneticismo não procura caracteres específicos, mas mantém em mente que a similaridade de alguns caracteres pode não implicar ancestralidade comum, mas apenas uma adaptação compartilhada”, defendem-se Sneath e Sokal (1973 apud READ, 2009, p. 76 - tradução nossa).

Pabón-Mora e González (2011) explicam que a Fenética resgatou a tese de Adanson para o qual é necessário compor uma classificação a partir do máximo de caracteres possível. Além disso, um mesmo peso deveria ser atribuído a todos os caracteres eliminando eventuais subjetividades ou arbitrariedades.

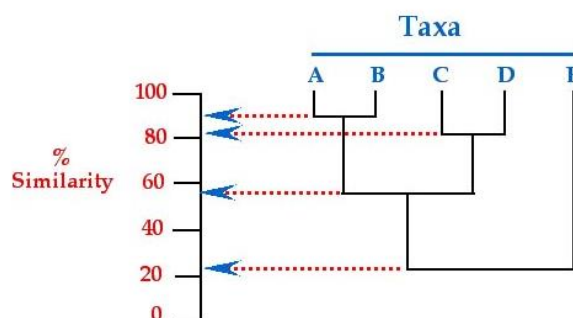
Para os feneticistas, não há unidades taxonômicas fundamentais, ou grupo natural e sim unidades taxonômicas operacionais, o que se chamou de OTU, sigla para *operational taxonomic unit*. Esta unidade é o menor grupo de organismos em estudo, podendo ser de qualquer ordem, estágios de vida, ou mesmo, sexo. Isso corresponde à própria natureza do método fenético, pois para ele não há preocupação em se encontrar ou revelar grupos evolutivos (READ, 2009).

Princípio 3: “a semelhança geral entre quaisquer duas entidades é a função de suas semelhanças individuais em cada um dos muitos caracteres em que eles estão sendo comparados”. Este princípio é puramente matemático, onde uma semelhança mais pronunciada encontra-se subordinada a um conjunto de variáveis menores. A variação, por

sua vez, pode ser controlada por coeficientes que separam os grupos em análise (READ, 2009).

Princípio 4: “táxons distintos podem ser reconhecidos porque as correlações de caracteres diferem nos grupos de organismos em estudo”. Neste princípio instrui-se a criação de classificações. OTUs são comparadas entre si considerando um dado caráter de modo a distinguir se há ou não uma variação significativa, em caso positivo resulta-se na classificação dessas OTUs como táxons separados, explica Read (2009). Amorim (2002) complementa que os diagramas ramificados resultantes desse tratamento numérico correspondem a fenogramas (FIGURA 3).

Figura 3- Exemplo de um fenograma gerado por método Numérico demonstrando a relação de similaridade (%) entre os indivíduos analisados.



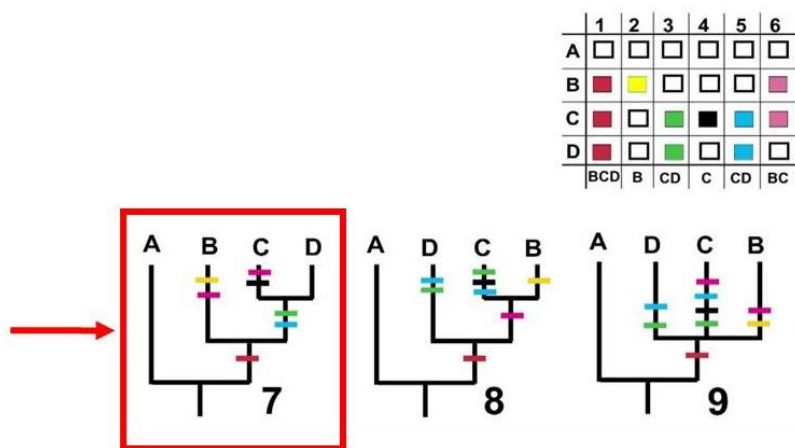
Fonte: Adaptado de < <http://bio.slu.edu/mayden/systematics/bsc420520lect9.html> >
Acesso em 05/12/2017.

Princípio 5: “as inferências filogenéticas podem ser feitas a partir das estruturas taxonômicas de um grupo e da correlação de caráter, dadas certas suposições sobre caminhos e mecanismos evolutivos”. Este princípio complementa o anterior, a não ser pelo fato de que aqui se sugere o estabelecimento de hipóteses fenéticas.

Read (2009) destaca que é só na segunda parte deste princípio e, em nenhum outro local, que se assume a evolução na Taxonomia Fenética. Contudo, um conceito precisa ficar claro, esta escola trata de relações fenéticas e não filogenéticas, o que significa que ao estabelecer inferências fenéticas se estará estabelecendo relações de semelhança e/ou diferença entre os OTUs em estudo. Assim, relações fenéticas estabelecem classificações e a filogenia pode ser hipotetizada a partir dessa classificação. Novamente, separam-se como distintas duas práticas da taxonomia pós-darwiniana, a classificação e a inferência filogenética. Em outras palavras, a Fenética visa medir distâncias entre grupos analisados gerando uma representação hierárquica, o fenograma (FIGURA 3).

Diferentemente, a inferência filogenética busca características derivadas de ancestrais em cada uma das representações possíveis (mais de uma história evolutiva possível), escolhendo entre elas, aquela representação que reflete com maior plausibilidade o caminho evolutivo ocorrido. Essa escolha é um critério, guiado pelo princípio de parcimônia, ou seja, um “critério metodológico de decisão, em uma análise filogenética, pelo qual, entre cladogramas alternativos, opta-se pelo que demanda o menor número de homoplasias” (AMORIM, 2002, p. 149) que, em geral, significa os passos evolutivos. Veja o exemplo da Figura 4:

Figura 4- Exemplo de possíveis representações filogenéticas a partir de uma matriz e escolha da hipótese mais plausível (em destaque).



Fonte: Adaptado de LOVO, J. Sistemática Filogenética. *e-Aulas: Portal de Videoaulas (USP)*. Disponível em: < <http://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=4599> > Acesso em 01/09/2017.

Observe (FIGURA 4) que a matriz na qual se analisa os táxons **B**, **C** e **D**, comparando-os ao grupo externo **A**, quanto às características de 1 a 6, gerou três possibilidades de representação. Portanto, três árvores filogenéticas. Assim, diferentemente da fenética que mediria as distâncias entre essas características, a cladística faz uso da inferência filogenética para escolher uma dessas árvores como a ideal da representação. Tendo a parcimônia como critério, a árvore a ser considerada deve ser aquela que apresenta um menor número de passos evolutivos (em destaque), o que denota uma história evolutiva mais plausível¹⁸ de ter ocorrido.

Princípio 6: “a taxonomia é vista e praticada como uma ciência empírica”. A Fenética assume com este princípio a natureza filosófica de seu método baseado em fatos passíveis de

¹⁸ Acredita-se que a hipótese científica que melhor representa uma história evolutiva é aquela que tenha maior chance de ter acontecido, ou seja, aquela que demonstra um menor número de modificações evolutivas. Em analogia, trata-se de uma economia na natureza.

verificação a partir da observação. A possibilidade de extrair conclusões e proceder com repetições é uma das suas maiores diferenças se comparadas à Escola Evolutiva. A Fenética elimina a subjetividade humana assumindo que o rigor matemático é objetivo e imparcial.

Princípio 7: “as classificações baseiam-se na semelhança fenética”. Por fim, aqui a Fenética difere novamente da Gradista, pois inicia tendo como foco o indivíduo, enquanto o Gradismo se inicia com a análise das populações (READ, 2009).

Para Amorim (2002), a maior fragilidade da escola Fenética é ontológica, pois não considera a evolução ou o estabelecimento de relações filogenéticas quando analisa caracteres.

Devido considerar a semelhança e diferenças entre os indivíduos, a Fenética pode ser associada, segundo alguns autores, a Aristóteles, já que não se pauta em evolução na variação de seus dados. Aristóteles também se preocupava com a possibilidade de refletir por meio de estruturas as semelhanças e dessemelhanças de um tipo de organismo. Mas a diferença desta escola comparada com a prática do grego é a contemporaneidade do método que lhe confere sua maior vantagem. A possibilidade de repetição, a objetividade das análises, a produção de classificações iguais - independente de quem as faça - e o uso de programas de computador para o cálculo correto e rápido de inúmeros dados são as características que distinguem a prática da Fenética e lhe agregam valor (READ, 2009).

4.1.3 Escola Cladística.

A Cladística ou Sistemática Filogenética, como também é conhecida, tem como base a filogenia, rejeitando a similaridade geral ao construir classificações. Portanto, revelar a descendência comum e não necessariamente o ancestral é o principal objetivo desta escola. A filogenia é resultado de um processo natural e, por isso, não pode ser interferida por dados pautados em semelhanças. No cladismo, similarmente ao gradismo, há pesagem de caracteres. Entretanto, diferente da Escola Gradista, a Sistemática Filogenética não pressupõe ser necessário exibir a divergência ocorrida desde o ancestral, conforme defendeu Mayr. Para esta última escola, o mais importante é apresentar a descendência.

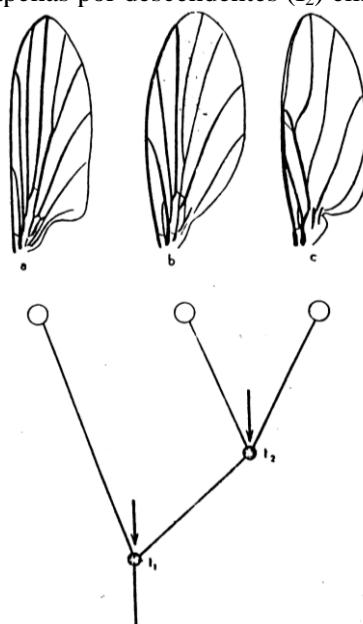
A Sistemática Filogenética nasceu no contexto Alemão com o entomologista Willi Hennig. Sua história de vida e trabalho ajuda a compreender o contexto de nascimento desta abordagem na sistemática do século XX.

Aos 18 anos de idade, Hennig já cultivava interesse pela História Natural, chegando a escrever, para um trabalho na língua Alemã, um tratado de cerca de 30 páginas sobre a

situação da sistemática na zoologia, o que denota o esboço de um conhecimento sério e profundo pelo assunto. Aos 23 anos foi doutorado com um trabalho sobre o aparelho copulador de *Diptera cyclorrhaphous*. Durante a Segunda Guerra Mundial, após ser atingido por um estilhaço, serviu como entomólogo militar em Berlim (SCHMITT, 2014). Afastado das ações militares de campo entre os meses de maio e outubro de 1945, Hennig foi prisioneiro das tropas britânicas. Nesse período, teria escrito o manuscrito denominado *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen* (Esboço da Teoria Filogenética) publicado em 1950 (HENNIG; KLUGE, 2017) com auxílio da esposa, também bióloga, que teria recolhido a literatura fundamental, feito pesquisas necessárias e encaminhado a ele via o serviço postal do exército (VARMA, 2013).

O despertar de Hennig para os problemas da sistemática teria ocorrido quando, por volta de 1936, notou que “o uso de similaridades para classificar larvas e adultos do mesmo taxa” muitas vezes resultavam em classificações distintas, mesmo se considerada uma mesma história filogenética. Desse modo, “estava ficando cada vez mais claro para Hennig que a similaridade não era a escolha confiável para estimar relações evolutivas” (VARMA, 2013, p. 161 - tradução nossa). Varma (2013) complementa que, na mesma época, ao analisar famílias de dípteros, Hennig percebeu a distinção entre caracteres primitivos que foram mantidos como herança dos antepassados e caracteres presentes apenas nos descendentes, compartilhados por estes, o que refletiu na representação de um cladograma (FIGURA 5).

Figura 5- Cladograma exemplificando a herança de caracteres de antepassados (I_1) e caracteres recentes compartilhados apenas por descendentes (I_2) em três famílias de dípteros.



Fonte: HENNIG (1968, p. 223).

Fez parte das preocupações de Hennig o fato da sistemática se pautar apenas na morfologia dos organismos. A partir da Teoria da Evolução a morfologia ainda era usada como guia principal de estudo apenas adicionando-se as novidades desenvolvidas na ciência, como as da genética. Desse modo, “os taxonomistas passaram a reinterpretar a semelhança morfológica geneticamente” (VARMA, 2013, p.165 - tradução nossa). Esse momento é característico do início do século XX na taxonomia, quando forçados não apenas pelos adeptos da área quanto por representantes de outras áreas em ascensão na Biologia, buscava-se fazer o método refletir a evolução. Não é à toa que os princípios classificatórios se tornaram diversos, fragilizando a área como um todo. Desse modo, Hennig acreditava que algo precisava unir a sistemática novamente, e um método seria o ideal.

Hennig passou a explorar as noções de espaço, tempo e medição da Física para entender como um sistema que representasse mudanças morfológicas poderia ter uma ancestralidade mensurável, já que não encontrou na Matemática formas de se determinar medidas de semelhanças ou divergências nas formas dos organismos. Além disso, Varma (2013) explica que Hennig questionava a dicotomia aplicada às diferentes ciências que distinguia, de um lado, a Física como sendo a ciência aplicada e a Biologia como a ciência descritiva, quando não era esse o caso, embora a taxonomia fosse, de todas as áreas da biologia, aquela que mais se dizia descritiva. Para Hennig, o abandono desta dicotomia era urgente e teria buscado na lógica formal positivista, bem como na filosofia, argumentos para isso.

Hennig escreveu:

Na busca por leis que existem nas relações entre as coisas naturais complexas há um certo nível de classificação da ordem, a ordenação dessas leis em um sistema mais geral de leis que engloba outros níveis de classificação da ordem [...] e a tentativa de entender o estado atual das coisas naturais individuais como efeito de um estado precedente são dois lados da pesquisa científica que não podem ser separados em qualquer ciência (HENNIG apud VARMA, 2013, p. 182 - tradução nossa).

Diante da situação da sistemática no âmbito das Ciências Biológicas, Hennig interessava-se em situar a taxonomia como uma área sólida e fundamentada. Acreditava que a taxonomia deveria ser mais teórica e o procedimento lógico seria o caminho para esse fim, uma vez que permitiria racionalizar acerca do mundo natural. Reivindicação compartilhada por alguns biólogos, como Woodger, tanto quanto por filósofos como Carnap (VARMA, 2013) - um dos nomes de maior importância no século XX.

Para Varma (2013), o apelo à lógica formal foi o que diferenciou a abordagem de Hennig com vistas à reforma metodológica da taxonomia daquelas empreendidas pelos americanos e britânicos no início do século XX.

Em 1963, Hennig assumiu um departamento voltado à investigação filogenética, criado para ele no Museu Estadual de História Natural de Estugarda (Alemanha), onde trabalhou até sua morte em 1976 (SCHMITT, 2014).

Portanto, o primeiro livro que trata dos elementos teóricos acerca da visão de que os sistemas permanecem em contínua modificação ao longo do tempo foi publicado por Hennig, em Alemão, no ano de 1950. Contudo, Amorim (2002) destaca que a aversão dos cientistas por mudanças, aliada aos problemas linguísticos na interpretação e tradução desta obra fizeram com que mais de 15 anos fossem necessários para seu reconhecimento geral. Somente em 1966 foi publicado o *Phylogenetic Systematics* com a reconsideração mais elaborada de muitos pontos presentes na obra anterior. Em 1968, o texto também foi traduzido diretamente do Alemão para o Espanhol, ano em que foi publicado. Essa última será a versão na qual nos debruçaremos.

Varma (2013) explica que, ao abordar os problemas metodológicos que envolviam a taxonomia na sua época, Hennig utilizou muito da argumentação filosófica e lógica, principalmente da lógica formal. Seus influenciadores foram filósofos e biólogos, entre eles Theodor Ziehen, Rudolf Carnap, Walter Zimmerman, Nicolai Hartmann, Joseph H. Woodger, Theodore Torrey e Ludwig von Bertalanffy.

É importante destacar o papel de Walter Zimmerman no desenvolvimento do método de Hennig. Zimmerman era um botânico alemão e, na primeira metade do século XX, já defendia o uso de classificações filogenéticas, mas faltava-lhe o método. Segundo Donoghue e Kadereit (1992, p. 82 - tradução nossa), “muitas das ideias expressas por Zimmermann” encontraram “caminho na apresentação de Hennig”.

A obra de Hennig é densa e complexa. O primeiro capítulo destina-se a uma discussão sobre “a posição da sistemática entre as ciências biológicas” (HENNIG, 1999, p. 1 - tradução nossa). O texto carregado de filosofia discute que na Biologia, diferentemente das outras ciências, há uma constante disputa pela sobrevivência entre as disciplinas, não somente pelos problemas com os quais lida, mas pela sua multiplicidade de métodos. O intenso envolvimento de uma área frente a um problema, e conseqüente especialização desta, justificaria o isolamento e as subdivisões presentes na Biologia. A sistemática biológica, por outro lado, tem sido deixada de lado em detrimento de outros campos como a fisiologia,

ecologia e a genética, principalmente devido aos problemas que tem enfrentado, em especial a partir do século XX.

[...] o fato de a sistemática biológica ter perdido terreno frente a outras disciplinas mais jovens e cada vez mais modernas, como se costuma dizer frequentemente, não se deve tanto a sua menor importância prática ou teórico-científica, mas sim porque esta disciplina não tem efetuado uma apropriada arquitetura doutrinal de seus próprios problemas, tarefas e métodos, de acordo com a importância real que tem no contexto geral das disciplinas biológicas (HENNIG, 1968, p. 1 - tradução nossa).

Na visão de Hennig, faltava à sistemática uma teoria e um método que se comportassem como um sistema geral de referência, visto que a existência de uma multiplicidade de sistemas correspondia a tipos distintos de relações, segundo o que se quisesse destacar. Em outras palavras, a característica de “mamar” pode ser e é um critério de classificação, mas corresponde a apenas uma dimensão em um universo multidimensional que é a vida biológica. Portanto, há sistemas que consideram morfologia, outros a ecologia, outros ainda que consideram a fisiologia, e assim por diante. Diferentemente, ao se considerar a vida biológica como multidimensional, como propõe Hennig, percebe-se que “um mesmo indivíduo nas diferentes etapas de sua existência ocupará lugares distintos na maioria dos sistemas” (HENNIG, 1968, p. 7 – tradução nossa). Portanto “mamar” é uma das características de apenas uma determinada etapa de vida desse organismo.

Hennig defende um sistema que considere todos esses aspectos multidimensionais da vida biológica dos indivíduos. Esse sistema deve priorizar as relações de parentesco filogenético. Ou seja, os organismos e os grupos de organismos encontram-se diretamente relacionados por suas relações genealógicas, provenientes de parentais e parentais destes. E, a genealogia, corresponde a um tipo de relação muito diferente do que as semelhanças fisiológicas, ecológicas e mesmo fenotípicas existentes entre as espécies. Disso resulta “que um ‘organismo vivo’ em um lapso relativamente breve de tempo pode passar de uma configuração através da qual se assemelha a certos organismos, a outra configuração, que já não é parecida à originária, mas mediante a qual, por sua vez, assemelha-se a outros organismos” (HENNIG, 1968, p. 19 - tradução nossa). Isso significa que dentro desta nova configuração podem participar mudanças genéticas, fisiológicas e ecológicas, decorrentes dos mecanismos evolutivos, que distanciam os indivíduos de seus pais, podendo em “intervalos temporais maiores e que já não são de fácil apreensão” produzir “mudanças ainda mais radicais” (HENNIG, 1968, p. 19 - tradução nossa). Assim, a Sistemática Filogenética seria o

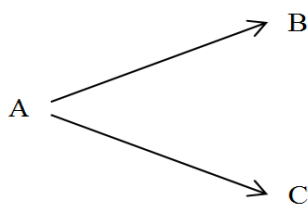
“sistema geral de referência a partir do qual se podem expressar, de maneira mais sensível, todas as relações com outros sistemas biológicos possíveis” (HENNIG, 1968, p. 30 - tradução nossa).

Como teoria e método, a Sistemática Filogenética pressupõe alguns princípios, tais quais esboçados por Willi Hennig (1968). Pontuaremos alguns dos principais, explicando-os na sequência.

a) Há na natureza dois tipos distintos de relações: hierárquicas (genealógicas) e não hierárquicas (ontogenéticas);

Considera-se como relações hierárquicas ou genealógicas aquelas que subordinam os filhos (B, C) a seus pais ou ancestrais (A). Já as ontogenéticas ou não hierárquicas consideram a relação dos indivíduos entre si (B, C) (FIGURA 6).

Figura 6- Relações genealógicas entre A-B e A-C e ontogenéticas entre B-C.



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Este princípio se assemelha a sexta regra do Gradismo, que considera as modificações de grupos em duas dimensões: vertical, que seria na Escola Sistemática as relações genealógicas; e horizontal, correspondendo às relações ontogenéticas nesta última escola. Contudo, diferente do Gradismo, que preconiza o ajuste do grau dessas divergências, na Cladística, essas dimensões são ajustadas com o auxílio de hipóteses ancestrais.

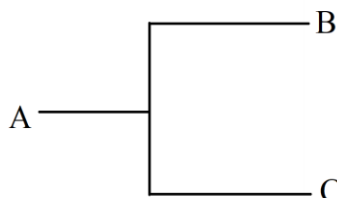
b) Espécies distintas se interconectam por meio de relações genéticas, também chamadas de relações filogenéticas;

Para compreender esse princípio é preciso esmiuçar o conceito de espécie para Hennig que o considera mais complexo do que o usualmente aceito. Ou seja, não é somente a capacidade de “vincular-se mutualmente mediante relações reprodutivas”, mas depende também de “condições particulares, temporais e espaciais, de convivência”. Além disso, o mais importante para Hennig é a “posse de dispositivos genéticos (genes)” combinantes, ou seja, que possam “sincronizar entre si”. “Assim, a espécie também pode ser designada como *uma comunidade reprodutiva de indivíduos que compartilha um reservatório gênico comum*”, explica Hennig (1968, p. 41- 42 - destaque no original - tradução nossa). Varma (2013)

complementa que o fato da semelhança não ser sinônimo de relações consanguíneas, para Hennig, pode ser considerado o princípio básico da Sistemática Filogenética.

Com esse princípio, Hennig quer dizer que as espécies B e C, na Figura 7, são mais aparentadas entre si do que outras espécies, devido ao fato de compartilharem um mesmo ancestral comum (A). Embora B e C portem caracteres distintos, apresentam “*peculiaridades morfológicas, fisiológicas e ecológicas, que são a expressão genotípica da configuração hereditária única existente em um reservatório gênico*” (MEGLITSCH, 1954 apud HENNIG, 1968, p. 42 - destaque no original - tradução nossa). Essas peculiaridades devem ser o foco de estudo da sistemática de modo a comprovar a existência das relações genéticas reais entre as espécies, a exemplo, B e C na figura a seguir.

Figura 7- Clado ilustrativo de parentesco filogenético entre A, B e C.



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

c) O elemento da Sistemática Filogenética não é o indivíduo, organismo ou a espécie, mas o semaforonte;

O conceito de semaforonte foi inicialmente desenvolvido (mas ainda não utilizado), na década de 1947, quando Hennig publicou um artigo teórico discutindo o estado na Taxonomia na Biologia (VARMA, 2013). Para Hennig (1968), o semaforonte se trata de uma entidade portadora de caracteres morfológicos, fisiológicos, ecológicos etc., em um espaço de tempo de sua vida. Exemplo: cada uma das fases diferentes de um mesmo indivíduo, como ovo, larva, pupa e adulto em insetos é um semaforonte (AMORIM, 2002).

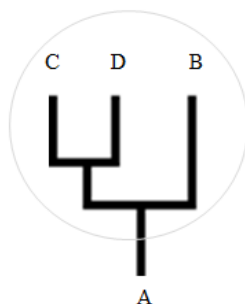
d) O processo de bifurcação que rompe com a duração temporal de uma dada espécie é chamado de especiação;

A dimensão espacial na Sistemática Filogenética é importante por considerar que as relações entre os indivíduos dependem dela. Ou seja, os indivíduos encontram-se mais ou menos dispersos geograficamente o que implica em maior ou menor intercâmbio entre eles. Na medida em que se amplia esse isolamento, não mais intercambiável por meio de mecanismos migratórios, a troca gênica entre esses indivíduos também se torna menos frequente, embora ambas as espécies ainda tenham capacidade potencial de cruzamento. Essas

barreiras podem ser físicas, químicas, espaciais, políticas etc. Quanto mais tempo duas ou mais espécies passam isoladas, sem qualquer intercâmbio entre si, mais a comunidade torna-se dividida resultando, após muitas gerações, em espécies distintas. A especiação é, portanto, a “divisão de uma comunidade reprodutiva em comunidades reprodutivas descendentes, geneticamente isoladas entre si”. Nessa divisão “de uma espécie se originam assim duas ou mais espécies” (HENNIG, 1968, p. 71-87 - tradução nossa). Trata-se de um processo “que requer um certo tempo até completar-se” e, como consequência, traz “uma certa inexatidão na delimitação das espécies” (HENNIG, 1968, p. 87 - tradução nossa) isso porque provoca o aparecimento de estados transitórios entre espécies “uniformes”.

e) Denomina-se monofilético (FIGURA 8) o agrupamento de espécies que descendem de uma única espécie original: “um grupo monofilético compreende todos os descendentes de um grupo de indivíduos que tem pertencido em seu tempo a uma mesma comunidade reprodutiva, vale dizer, a uma mesma espécie” (HENNIG, 1968, p. 99 - tradução nossa). Assim, na Figura 8 vemos que as espécies B, C e D descendem de A, por isso, o agrupamento dessas espécies é considerado monofilético.

Figura 8- Representação de um cladograma indicando o conceito de monofiletismo.



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

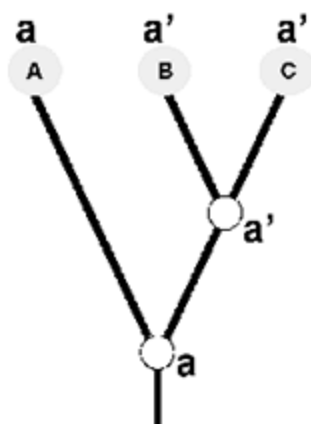
O conceito de monofiletismo também considera as relações de parentesco do grupo.

Na Figura 8 percebe-se que as espécies B, C e D são mais aparentadas entre si do que qualquer outro grupo, isso porque descendem de A. Nas palavras de Hennig (1968, p. 99 - tradução nossa), “uma espécie x terá um parentesco mais próximo com qualquer espécie y que com outra z, se, e só se, tiver em comum com a espécie y pelo menos uma espécie original, que não for, por sua vez, a espécie original de z”. Da mesma forma, retomando nosso exemplo, o táxon C tem um parentesco ainda mais próximo com o táxon D do que com o B, visto que tem em comum com D um ancestral mais recente que não é o mesmo de B.

f) Os caracteres apresentam transformações ao longo do processo evolutivo, de modo que os estados distintos de um mesmo caráter podem ser chamados de plesiomórficos, apomórficos, simplesiomórficos e sinapomórficos dependendo do tipo de transformação ocorrida;

Denomina-se de apomorfia os estados de caracteres derivados do ancestral. Por exemplo, é uma apomorfia do ancestral de caráter **a**, o caráter **a'**, configurando-se em uma novidade evolutiva mais recente (FIGURA 9).

Figura 9- Cladograma indicando estados apomórficos (a') de um ancestral de carácter a.

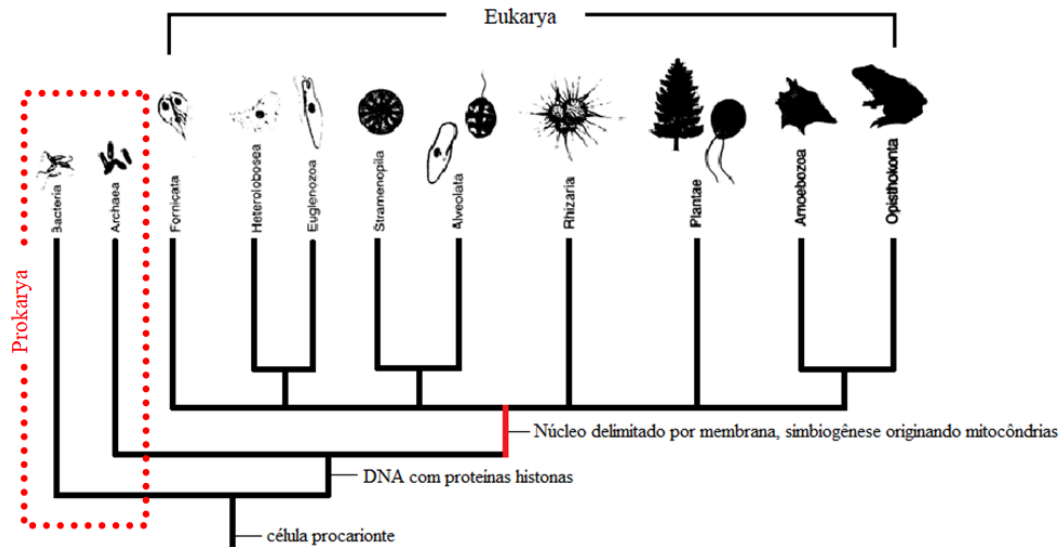


Fonte: Adaptado de FOREY (on line). Disponível em: <

<http://www.palass.org/publications/newsletter/cladistics-palaeontologists/cladistics-palaeontologists-part-1-introduction> >. Acesso em 01/09/2017.

Enquanto isso, “chamaremos plesiomorfos os caracteres, ou estados desses caracteres, a partir dos quais se realizou uma transformação dentro de um grupo monofilético” (HENNIG, 1968, p. 122 - tradução nossa). Por exemplo, a ausência de carioteca em procariotos é uma condição plesiomórfica a partir da qual encontramos uma transformação, visto que, em eucariontes, a existência da carioteca é um caráter mais recente, ou seja, apomórfico (AMORIM, 2002) conforme pode ser visto em destaque na Figura 10, a seguir:

Figura 10- Hipótese filogenética de grupos procariontes e eucariontes.



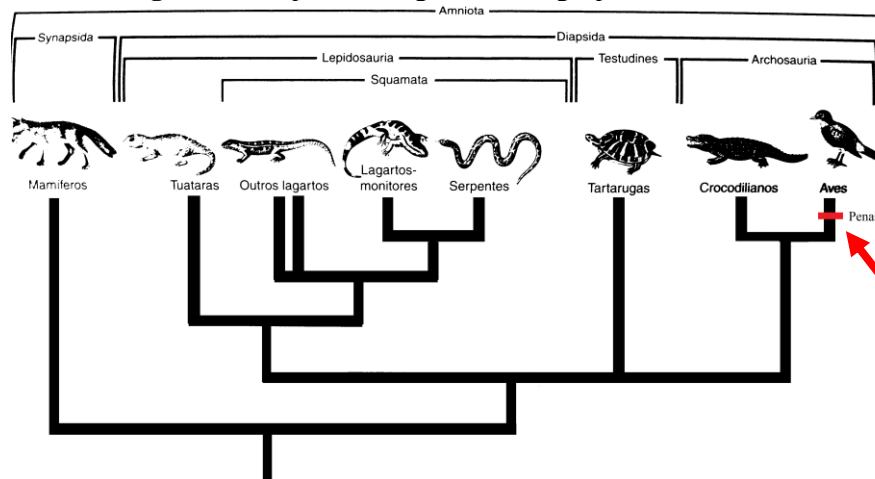
Fonte: Adaptado de HICKMAN, et al (2016, p. 223).

Por simplesiomorfia e sinapomorfias considera-se o compartilhamento de estados de caracteres plesiomórficos ou apomórficos nos grupos. Por exemplo, a presença de pelos é compartilhada por todos os mamíferos. Diz-se então que o caráter “presença de pelos” é uma sinapomorfia (porque derivada, mais recente) para o grupo dos mamíferos. Por outro lado, todos os procariotos compartilham a ausência de envoltório nuclear, sendo esse caráter simplesiomórfico para o grupo dos procariotos, porque mais antiga (AMORIM, 2002). Note-se que se trata da ideia de homologia. “Podemos falar sem restrições de caracteres homólogos, quando **a**, **a'**, **a''** são etapas na transformação de um órgão. Mas a transformação de **a'** em **a''** pode não ser mais do que uma redução do órgão em questão” (HENNIG, 1968, p. 129 - tradução nossa). Para Hennig o conceito de homologia se aplica somente a órgãos.

g) “daremos o nome de ‘*caracteres autapomorfos*’” aos “caracteres próprios de um grupo monofilético” (HENNIG, 1968, p. 123 - destaque no original - tradução nossa);

A autapomorfia significa para a Sistemática Filogenética a existência de caracteres apomórficos compartilhados por um grupo monofilético. “Isto é, autapomorfias são casos particulares em que uma sinapomorfia é compartilhada no cladograma por um único táxon terminal” (AMORIM, 2002, p. 24). Por exemplo, nas aves, a presença de penas é uma autapomorfia quando analisada a partir da filogenia do grupo de amniotos (FIGURA 11).

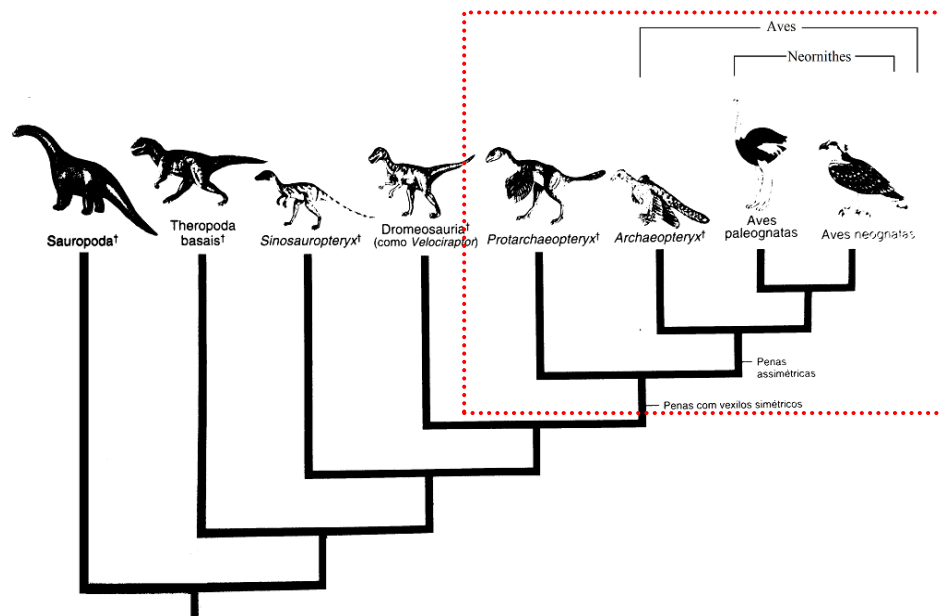
Figura 11- Hipótese filogenética do grupo de amniotos.



Fonte: Adaptado de HICKMAN, et al (2016, p. 587).

Contudo, se ampliarmos o olhar para o cladograma, a presença de penas deve ser considerada uma sinapomorfia, visto que é compartilhada por outros táxons terminais (AMORIM, 2002) como para os *Protarchaeopteryx*[†] e *Archaeopteryx*[†] além do grupo monofilético de aves paleognatas e neognatas conforme destacado na Figura 12 a seguir (HICKMAN, et al, 2016).

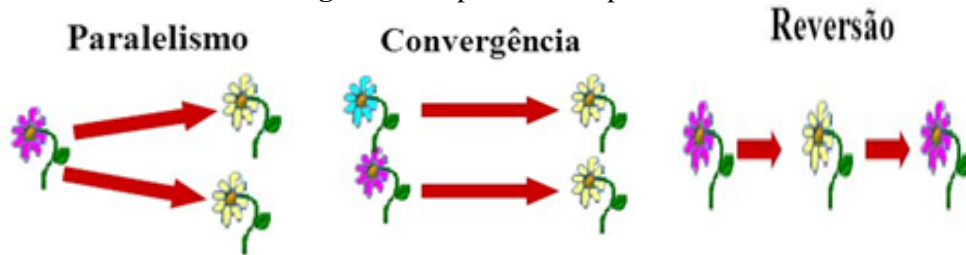
Figura 12- Hipótese filogenética do grupo das aves.



Fonte: Adaptado de HICKMAN, et al (2016, p. 610).

h) Determinados caracteres podem aparecer em diferentes espécies mais de uma vez sem que sejam os antepassados comuns mais recentes os responsáveis por essa herança;

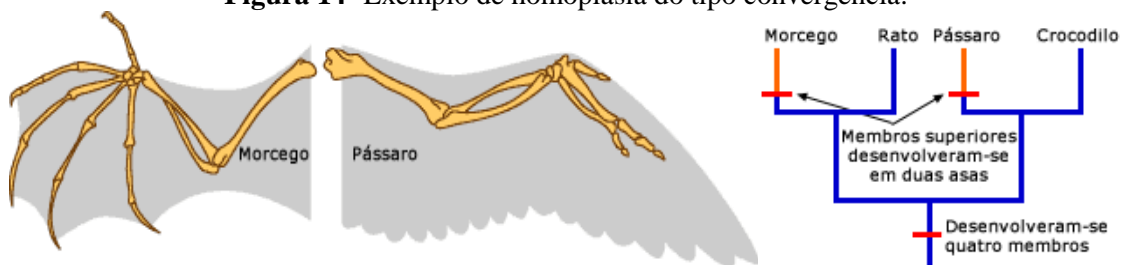
Figura 13- Tipos de homoplasia.



Fonte: Adaptado de Google Imagens

Esse processo, chamado de homoplasia, pode ser de três tipos (FIGURA 13): paralelismo, quando um mesmo caráter é alterado de modo idêntico em duas espécies; convergência, quando um caráter diferente é alterado resultando em condições semelhantes em duas espécies, como as asas em morcegos e pássaros (FIGURA 14); e, reversão, quando uma característica pertencente a um grupo sofre modificação em uma espécie resultando em uma condição semelhante à original (AMORIM, 2002).

Figura 14- Exemplo de homoplasia do tipo convergência.

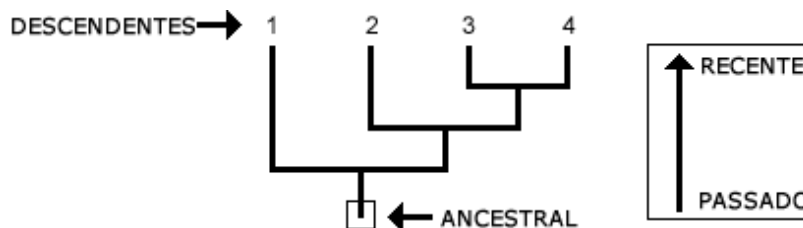


Fonte: < <http://www.ib.usp.br/evosite/evo101/IIC1Homologies.shtml> >. Acesso em 01/09/2017.

- i) Todo trabalho sistemático pressupõe teoria e representação fundamentadas;

Hennig destaca, ao final do trabalho, que a Sistemática Filogenética está sujeita às exigências da teoria que a fundamenta (a Teoria da Evolução), do mesmo modo que o método e a consequente representação resultante dele, sendo o sentido desta escola “os esforços e tentativas para se determinar o parentesco filogenético e representar inequivocamente o resultado” (HENNIG, 1968, p. 324 – tradução nossa). Portanto, o esquema de representação das espécies na Sistemática Filogenética é hierárquico, ou seja, são “ordenadas de acordo com as relações filogenéticas que existem entre elas” (HENNIG, 1968, p. 94 – tradução nossa), ou seja, de acordo com seu grau de parentesco e com os processos evolutivos que causaram as especiações (FIGURA 15).

Figura 15- Representação de um cladograma indicando sua interpretação.



Fonte: < <http://www.ib.usp.br/evosite/evo101/IIBPhylogeniesp2.shtml> >. Acesso em 01/09/2017.

Diferentemente de outras propostas hierárquicas, a proposta de representação de Hennig conta com a dimensão temporal envolvida na diversificação das espécies a partir de ancestrais (VARMA, 2013). Nesse sentido, “as categorias de todas as escalas estão determinadas no sistema filogenético por relações genéticas, que existem entre suas subcategorias. O conhecimento dessas relações é a premissa para a formação destas categorias” (HENNIG, 1968, p. 107 – tradução nossa).

Em outras palavras, Hennig, nesse trecho do livro, diferencia a hierarquia supostamente pautada numa lógica escolástica, bem como uma hierarquia morfológica. Se, em Lineu, as categorias eram formadas a partir das características constituintes da flor e, a partir dessas, a separação de categorias de gênero, classe e ordem, por exemplo, ou na morfologia, em que se separam categorias pelas similaridades físicas como a existência de penas (categoria aves) e assim por diante; na Sistemática Filogenética, esses caracteres (a exemplo reprodução e morfologia) são auxiliares para compreender as relações genéticas existentes entre os seres vivos. Para Hennig, as categorias existem independentemente de que as encontremos ou não, visto que as relações genealógicas são reais.

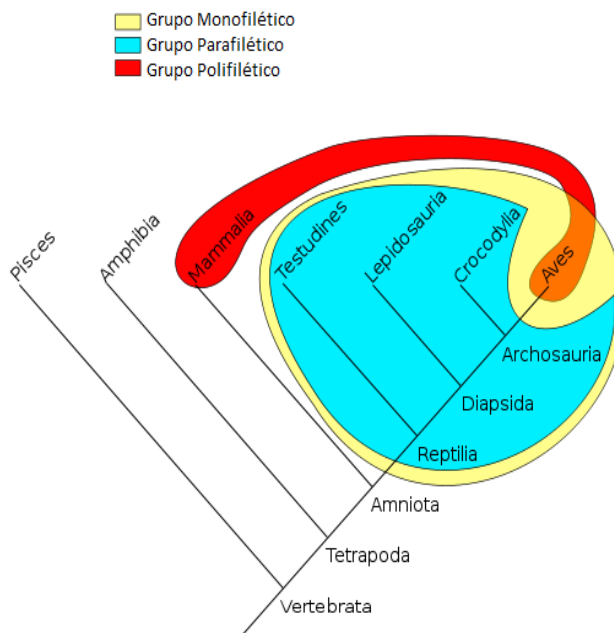
Desse modo, grupos monofiléticos são hierarquicamente subordinados a seus ancestrais comuns mais recentes, e estes aos seus, e assim sucessivamente. O que significa que dentro de uma categoria (grupo monofilético), na Sistemática filogenética, há ranks, escalas (classes, ordens, famílias e gêneros) e não como costumávamos considerar na classificação tradicional. Dito de outro modo, não há na Sistemática Filogenética uma única classe, única ordem para cada filo se quiser se manter essas denominações, mas sim diversas dessas escalas dentro de cada uma das categorias construídas sob o critério de monofilia (HENNIG, 1968).

Conforme discute Varma (2013), a proposta de Hennig não aparece do nada, mas de percepção dos problemas que o próprio biólogo enfrentou ao fazer uso da taxonomia então existente, e de suas limitações. Hennig não era o único lidando sob frustração com um

amontoado de representações, árvores filogenéticas, e tentativas de alcançar um sistema de referência para a sistemática. Por isso vemos que muitos dos conceitos que faz uso são de outros autores que também esboçavam possibilidades metodológicas. Entretanto, poderíamos dizer que é novo na escola Cladística o conceito de semaforonte; a percepção multidimensional da vida, que carrega junto as ideias de espaço e tempo, uma influência das recentes descobertas da Física do século XX; e também, o método para se encontrar relações e, conseqüentemente, a forma de se representar essas relações, embora tenha sido inspirada em representações de outros autores.

A ideia principal de Hennig acerca da filogenética, baseada nos escritos de Adolf Naef (VARMA, 2013), consistiu na interpretação de que o relacionamento entre as espécies é genealógico, pautada na ancestralidade comum expressa por meio de um cladograma, um tipo de representação iconográfica. De Ernest Haeckel, outro alemão, Hennig, adotou a noção de monofiletismo reelaborando-a de modo que monofilético seria o clado que agruparia a espécie e todos os seus descendentes. Em contrapartida, parafilético seria a noção atribuída a um clado cujo alguns descendentes da espécie em estudo seriam excluídos da análise (FIGURA 16). Por fim, a filogenética mostra um ancestral compartilhado por todas as espécies do clado e a distinção que causou a separação dessas espécies decorre de um caráter (novidade evolutiva) para além daqueles herdados pelo ancestral, ao qual denominou sinapomorfia. Desse modo, a Sistemática Filogenética de Hennig tem como objetivo estabelecer um sistema com clado monofilético (SCHMITT, 2014).

Figura 16- Exemplo de aplicação dos conceitos de Monofiletismo (répteis + aves), Parafiletismo (répteis, exceto as aves) e Polifiletismo (mamíferos + aves) para interpretação dos agrupamentos animais.



Fonte: New World Encyclopedia (2017). Disponível em: <
<http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Cladistics>>. Acesso em 01/09/2017.

Na lógica de Hennig há duas questões que precisam ser esclarecidas, a primeira é que o alemão nunca mencionou que uma espécie ancestral dá origem obrigatoriamente a duas espécies descendentes. Variações de um ancestral podem ser encontradas em vários descendentes. A segunda questão que foi preciso amadurecimento e revisão nas publicações posteriores de Hennig é que o ancestral é uma espécie não obrigatoriamente extinta, mas uma entidade hipotética, num dado tempo e espaço. Hennig não teria o intuito de oferecer uma ferramenta ou método universal para a sistemática e chegou mesmo a comentar que a sistemática é acusada de não desenvolver métodos para discriminar os caracteres, embora ele tenha criado um (SCHMITT, 2014).

Quando comparadas à Sistemática Filogenética, as demais escolas demonstram problemas de teoria e método.

A taxonomia tradicional não tem teoria nem método. A taxonomia numérica não tem teoria biológica: tem uma metodologia, mas é puramente um conjunto de métodos matemáticos aplicados aos organismos. A taxonomia evolutiva tem uma teoria muito confusa e imprecisa e nunca foi capaz de desenvolver qualquer metodologia. A sistemática filogenética é a única taxonomia exclusiva e eminentemente biológica que jamais existiu, isto é, a única que tem uma teoria biológica da diversidade e um método compatível com a teoria (BERNARDI, 2002, p. 9).

Se observarmos, a Escola Evolutiva sugere alguns pressupostos semelhantes à Escola Cladística, mas diferente de Hennig, Mayr não explica como fazer para alcançar os pressupostos estabelecidos. Desse modo, a Sistemática Filogenética avança muito mais em termos práticos, além de teóricos. Diferentemente de Mayr, Hennig não vê problemas em buscar em outras disciplinas apoios para o método na sistemática.

Métodos numéricos de análise também fazem parte da Sistemática Filogenética, pois em casos mais complexos torna-se necessário estimar relações sem erros lógicos. “Independentemente de limitações e críticas ao uso de computadores na análise filogenética, a execução de uma análise numérica, na maioria das vezes, é um auxílio muito importante para verificar as conclusões obtidas em uma análise manual” (AMORIM, 2002, p. 43).

Assim como salientou Hennig, não devemos considerar a Sistemática Filogenética como uma total novidade para a prática taxonômica na Biologia, mas, por outro lado, dizer que seu surgimento foi apenas uma consequência do contexto intelectual vivenciado seria muito simplista.

[...] o desenvolvimento da sistemática não obedece precisamente a uma simples passagem de sistemas morfológicos primitivos incompletos a outros sistemas morfológicos, cada vez mais elaborados, e dos quais surgiu em último lugar o sistema filogenético, dada por uma suposta substituição automática de relações morfológicas de parentesco em relações filogenéticas. Na realidade, os sistemas mais antigos devem considerar-se construções combinatórias que expressavam as relações mais notórias entre os organismos, colocando-os em diferentes posições e sem ter em conta seu pertencimento a dimensões completamente distintas da totalidade (HENNIG, 1968, p. 17 - tradução nossa).

A Sistemática Filogenética, embora tente, não tem conseguido até o momento, mesmo com as mudanças que foram feitas ou mesmo acréscimos ao método, resolver todos os problemas da área sistemática. Inclusive, há atualmente uma intensa discussão acerca do próprio sistema de nomenclatura dos táxons nas filogenias, visto que muitos autores consideram não ser mais possível usar a nomenclatura lineana (gêneros, ordens etc.). Assim, propõe-se o Phylocode que em termos gerais é “um conjunto de princípios, regras e recomendações que descrevem um sistema de nomenclatura filogenética” (QUEIROZ, 2006, p. 160 - tradução nossa). Mas não é nosso objetivo explorar esta discussão. O fato é que dentro da Escola Sistemática Filogenética, há linhas e grupos de trabalho divergentes, tentando lidar com um método frente à dinâmica da evolução (AMORIM, 2002). O próprio cladismo, antes de ser sinônimo da escola Sistemática Filogenética, pareceu ser inicialmente uma escola independente.

Quando surgiu, o método de Hennig baseava-se em deduções “a partir do conhecimento empírico da evolução” (AMORIM, 2002, p. 123). Já no final da década de 1960 outros métodos filogenéticos começaram a aparecer, embora com origens fenéticas pautadas em análises computacionais e rigor de procedimentos a partir de *softwares*. Esses buscavam claramente ser filogenéticos. Parecia ser uma nova escola taxonômica, tanto que recebeu o nome de Cladismo, em distinção ao filogeneticismo de Hennig. Entretanto, segundo Amorim (2002, p. 123), “não há *uma* escola filogenética, separada de *uma* escola Cladística”.

O que pareceria comum aos “cladistas” seria o uso do computador como ferramenta central de operação de análise. O que pareceria comum aos “filogeneticistas” seria a despreocupação com o uso do computador. Desse modo, os procedimentos desses dois grupos às vezes são chamados de método numérico e método manual. Essa separação, no entanto, meramente indicaria quem usa e quem não usa computador como ferramenta de análise (AMORIM, 2002, p. 123).

Mas haveria outras distinções mais relevantes como o objetivo de cada uma delas, embora as discussões ainda estejam sendo realizadas na literatura. Para Amorim (2002), por agora, a principal distinção entre esses grupos de pesquisa se baseia na clareza de critérios perante as decisões de transformar matrizes em cladogramas. O certo é que ambos, cladistas e filogeneticistas, fazem parte de procedimentos do método sistemático filogenético.

4.2 E as demais propostas classificatórias?

O leitor pode estar se perguntando: mas onde se enquadrariam as propostas de classificação em 3, 4, 5, 6 ou mais reinos existentes na Biologia? E as propostas de domínios e super-reinos? Haveria correntes distintas atualmente na classificação, demarcando de um lado não praticantes da Sistemática Filogenética e, de outro, adeptos da abordagem teórico-metodológica de Hennig? Seria possível caracterizar essas propostas de reinos e domínios em alguma abordagem específica?

Segundo Amorim (2002), existiria cinco linhas de atuação bem características dentro da prática taxonômica. Seriam elas: essencialista (o que considera ser pautada na visão de mundo lineana); catalográfica (prática de classificar sem conexão obrigatória com a evolução); fenética; gradista e filogenética.

Na tentativa de caracterizar em alguma das cinco correntes apontadas por Amorim (2002) as diferentes propostas de classificação existentes na Biologia, apresentaremos na sequência as propostas mais reconhecidas no século XX: Haeckel (1911) “3 reinos”; Copeland (1956) “4 reinos”; Whittaker (1969) “5 reinos”; Woese (1977) “3 domínios”; Margulis (1997) “5 reinos”; Cavalier-Smith (2004) “6 reinos” e Ruggiero, et al (2015) “super-reinos”. Concomitantemente, discutimos um possível enquadramento de cada proposta em uma das linhas apontadas.

4.2.1 Três reinos

Uma das primeiras propostas classificatórias posteriores à Teoria da Evolução foi feita por Haeckel ainda no século XIX e visava separar os protistas dos dois reinos até então delimitados, animal e vegetal, por meio da criação de um terceiro reino.

Sua defesa para a “[expulsão] dos seres neutros tanto do reino animal como do reino vegetal” (HAECKEL, 1911, p. 326-328 - tradução nossa) e agrupamento deles em um terceiro reino, diz Haeckel, deve-se às “insuperáveis dificuldades dependentes do fato das últimas descobertas acerca dos animais inferiores confundirem ou apagarem as fronteiras estabelecidas outrora entre os dois reinos” (HAECKEL, 1911, p. 326-328 - tradução nossa) animal e vegetal. Dentre essas dificuldades, o alemão aponta a unicelularidade dos protistas em comparação à condição multicelular dos animais e plantas e a falta de elementos que pudessem inferir a genealogia dos reinos. Quanto às bactérias (moneras), Haeckel (1911, p. 329 - tradução nossa) disse que “elas ocupam um ínfimo lugar do reino dos protistas e de todo o mundo orgânico”. Sendo constituídos por protoplasma simples e faltando-lhes o núcleo.

Pela homogeneidade absoluta da substância albuminoide, pela falta completa de partes diferenciadas, aproximam-se mais as moneras dos inorganismos do que dos organismos e formam evidentemente a transição entre o mundo orgânico e o mundo inorgânico, o que se conforma com a hipótese da geração espontânea (HAECKEL, 1911, p. 329 - tradução nossa).

A proposta de Haeckel nasceu em 1866, imediatamente após a publicação da obra de Darwin, sendo reelaborada durante os anos seguintes. O terceiro reino de Haeckel é baseado na evolução, ressalta Corliss (1998), e, mesmo com as controvérsias, é de grande valor por tentar incluir o componente filogenético na taxonomia, ainda que em grupos tão diversificados.

Os dez anos que se seguiram após a publicação de “A origem das Espécies” (1859) foram de profunda revisão de reinos. Corliss (1998) menciona que pelo menos doze artigos foram publicados propondo novos reinos para agrupar o que hoje conhecemos por protista, por exemplo, os concorrentes protozoa/acrita de Richard Owen e Primigenum/Protictista de Hogg, em 1860; e o Primalia de Wilson e Cassin em 1864.

O reflexo da evolução no terceiro reino de Haeckel encontra-se em sua crença de que alguns seres unicelulares poderiam ser a origem evolutiva direta com os grandes grupos de animais e plantas. Por isso, no terceiro reino estariam aqueles organismos que não seriam os antepassados imediatos, mas transições.

Haeckel (1911) aventa ainda a possibilidade de que a evolução dos reinos animal, vegetal e protista tenha sido monofilética ou polifilética. Se monofilética, partículas protoplasmáticas originar-se-iam por geração espontânea, separando-se em moneras vegetais, moneras animais e moneras neutras, que se diferenciariam com o tempo em protophytas, protozoários e protistas, compondo os três reinos respectivamente. Note que Haeckel atribui a origem dos animais nessa hipótese monofilética aos protozoários, animais primitivos, enquanto chama de protista, ou seres primitivos neutros, o grupo que criou para seres indeterminados.

Na hipótese polifilética, no entanto, seriam várias as raízes dos protistas existentes a partir da geração espontânea. Algumas dessas raízes originariam os unicelulares Protophytos (Reino Vegetal), Protistas (Reino Protista) e Zoophitos (Reino Animal). Haeckel defende a origem isolada do reino animal e do reino vegetal, conforme traça uma analogia em conformidade com a proposta de árvore de Darwin:

Pode-se, para ter uma ideia clara desta disposição, conceber o mundo orgânico como um prado imenso e quase seco. Nesse prado há duas árvores grandes, com troncos bem ramificados. Até uma grande porção dessas árvores estão feridas de morte; representam os dois reinos; os ramos frescos e verdes são os vegetais e os animais hoje existentes; os ramos murchos, de folhas secas, figuram os animais e vegetais dos grupos extintos. A relva seca do prado corresponderá aos protistas extintos, que verossimilmente são muitos; os raros tufo de erva verde são os filamentos vivos do reino dos protistas. O solo do prado, de onde tudo sai, é o protoplasma (HAECKEL, 1911, p. 351 - tradução nossa).

A proposta de classificação de Haeckel em três reinos pode ser considerada pertencente à linha evolutiva, por seguir os princípios da Teoria da Evolução, recém-publicados. Em outras palavras, dado o contexto vivido por Haeckel, faz sentido considerarmos que a evolução foi sua grande influência para constituir classificações. Corliss

(1998, p. 87 – tradução nossa) complementa que “suas propostas foram claramente as primeiras a abraçar verdadeiramente uma abordagem evolutiva (filogenética/genealógica)”. Entretanto, dois aspectos precisam ser diferenciados.

Se enquadrada na linha evolutiva das práticas taxonômicas descritas por Amorim (2002), a proposta classificatória de Haeckel atenderia a um arcabouço teórico, a evolução, e tão somente, uma vez que a proposta se deu muito antes do surgimento de disciplinas como genética e ecologia. Portanto, não há método senão que o uso de evidências morfológicas da época, ou em outras palavras, “é melhor ter uma hipótese de trabalho, mesmo que baseada em evidências frágeis, do que ignorar uma questão de filogenia como prematuramente afirmada” (DOUGHERTY, 1960 apud CORLISS, 1998, p. 99 – tradução nossa). Portanto, Haeckel não fez uso de dados moleculares, ecológicos e outros tais como os da escola taxonômica Gradista fizeram. Por outro lado, é preciso considerar a crítica de autores como Dayrat (2003) e Ojala e Leisola (2007) que consideram que Haeckel não foi o seguidor fiel de Darwin ou da Teoria da Evolução, mesclando em suas classificações concepções teóricas de autores distintos como Lamarck e Goethe, entre outros aspectos considerados inclusive lineares para evolução.

4.2.2 Quatro reinos.

O quarto reino vivo foi proposto por Copeland. Em seu trabalho de 1956, Copeland teve como objetivo convencer os biólogos de que a classificação em dois reinos vivos (animal e vegetal), até então aceita, precisava ser abandonada devido os limites que esses reinos haviam atingido. Alertou também a existência de agrupamentos para alojar os organismos indefinidos, como os reinos denominados Mychota e Protoctista.

Copeland mencionou que, na década de 1926, havia chegado à conclusão que era inviável estabelecer mais reinos além dos dois então conhecidos (animais e plantas) e que os organismos fora desses reinos deveriam ser tratados como um único reino. Copeland não explica essa sua postura para a época. Aqueles organismos nucleados deveriam ser alojados entre as plantas e animais, tendo os não nucleados um reino à parte? Ou seria um reino à parte do vegetal e animal que comporia os organismos nucleados e aqueles não nucleados seriam desconsiderados enquanto reino? Isso não fica claro em sua apresentação e acaba nos deixando em dúvida sobre por que propôs duas décadas depois a classificação em 4 reinos.

Um único argumento foi justificado: “Se aqui eu coloco as bactérias em um reino diferente das plantas, e os infusórios em um reino diferente dos animais, é porque acredito que todo mundo vai ter uma melhor compreensão de cada um desses quatro grupos” e,

complementa, “se ele [todo mundo] não pensar em qualquer dois deles como pertencente ao mesmo reino” (COPELAND, 1956, p.2 – tradução nossa).

Copeland explica o que fundamenta cada um dos grupos biológicos. Segundo ele, o reino pertencente às plantas tem como principal característica possuir os “pigmentos cloroplastos descritos por Willstätter e Stoll (1913)”, além de produzirem tipos de carboidratos. “O reino dos animais é definido pelo desenvolvimento embrionário através dos estágios chamados blástula e gástrula, como apontado por Haeckel (1872)”. Copeland é enfático ao afirmar que entende, assim como seus pares, que “nenhum organismo exhibe ambos estes conjuntos de caracteres” (COPELAND, 1956, p.4 – tradução nossa), por isso essa distinção entre plantas e animais é clara e tradicionalmente aceita desde que Lineu estabeleceu essas delimitações retirando dessas categorias os organismos dos quais pouco se sabia e adicionando-os de modo superficial nas extremidades desses reinos.

Dessa forma, a proposta de Copeland centra-se no reconhecimento de dois outros reinos, o Mychota que abrigaria organismos sem núcleos como bactérias e algas verde-azuladas; e o Protoctista, que conteria os organismos nucleados distintos das plantas e dos animais, tais como protozoários, algas vermelhas e marrons, e os fungos. Para isso, amplia a definição dos representantes do reino vegetal que, além de possuir células com plastídios verdes, contém também “pigmentos de clorofila do tipo a, h, carotina e xantofila, e não outros; e que produzem sacarose, o verdadeiro amido, e a verdadeira de celulose” (COPELAND, 1956, p.4 – tradução nossa). Os animais, por sua vez, além de passarem pelo desenvolvimento embrionário específico já mencionado, em sua definição, devem ser considerados tipicamente predadores, sem parede em suas células e que apresentam “elevada complexidade de estrutura e função” (COPELAND, 1956, p.4 – tradução nossa).

Vale ressaltar que Copeland (1956) já havia publicado sobre essa sugestiva mudança no sistema classificatório outras duas vezes antes de 1956, precisamente em 1938 e em 1947. Outras classificações são apresentadas em períodos intermediários, como a de Barkley, em 1939 e 1949, que organiza os quatro reinos em: monera, protista, plantae e animalia; e a de Rothmaler, em 1948, que nomeou os reinos como: Anucleobionta, Protobionta, Cormobionta e Gastrobionta. Copeland salienta que essas propostas diferem da sua em um único detalhe significativo, o fato de que eles incluem no reino dos protozoários as algas verdes. Para Copeland, embora possuam etapas móveis com flagelos, esses organismos têm sua origem evolutiva inquestionavelmente das plantas, e por isso nega-se a considerá-los separadamente do reino plantae.

Copeland foi influenciado pelo pai Edwin Bingham Copeland que o teria inserido no campo da botânica ainda quando jovem defendendo o conhecimento dos calouros sobre os princípios classificatórios. Assim, o motivo de publicar o trabalho em 1956 decorre das pesquisas que seu pai já vinha desenvolvendo, bem como as reformulações que acreditava serem necessárias à classificação, reformulações estas construídas ainda em 1914. Portanto, a opinião que Copeland expressa logo no começo de seu livro é que a classificação tem como fundamento grupos e sistemas reais, que estão em constante descoberta pelo homem. Não se tratam de construções ou concepções sobre a natureza. Esse sistema, bem como os organismos, é produto da evolução e é isso que torna a classificação natural (COPELAND, 1956). Para Copeland, o sistema taxonômico é, assim como expresso por Mayr (1998), um local de armazenamento de informações sobre os organismos e, assim como os grupos, os nomes atribuídos a eles são convenções, já que os grupos na natureza não têm locais definidos.

O uso dos termos é justificado por Copeland que assegura um capítulo para discutir a questão da nomenclatura nos filos, classes e outras categorias que expõe para os dois novos reinos. No que se refere aos reinos, Copeland salienta que se trata de regras previamente estabelecidas por Candolle em 1813, para o qual “o nome válido de um grupo é o seu mais antigo nome publicado, em conformidade com as regras, e não aplicado anteriormente no mesmo reino” (COPELAND, 1956, p.8 – tradução nossa). É assim que justifica o uso de Mychota e Proctoctista, ou seja, valeu-se do critério de prioridade de um nome mais antigo mais do que qualquer coisa. Assim não podemos afirmar que o uso do Proctoctista tenha algo a mais para além desse tipo de visão.

Do mesmo modo que Haeckel, Copeland propõe uma classificação baseada em aspectos de semelhança, contando com estudos citológicos como existência ou não de núcleo. Diferentemente de Haeckel, Copeland acrescenta dados da fisiologia da célula como a presença de pigmentos, mas ainda assim pauta-se na semelhança estrutural entre os organismos. Copeland também se pauta na evolução enquanto teoria, mas, assim como Haeckel, não segue um método para além do alojamento em categorias já definidas por Lineu. Este sistema classificatório também poderia ser considerado da linha evolutiva, descrita por Amorim (2002) guardadas as devidas diferenças já discutidas em Haeckel quanto ao contexto vivenciado para que se pudesse considerar como uma vertente Gradista.

4.2.3 Cinco reinos.

Duas foram as propostas para uma classificação em 5 reinos: a de Whittaker e, décadas depois, a de Margulis e Chapman.

Na década de 1969, Whittaker publicou uma série de reflexões acerca dos reinos que haviam sido propostos para organizar os seres vivos até então. Defendeu, neste trabalho, que os dois tradicionais reinos animal e vegetal não representavam as relações evolutivas, e que as classificações subseqüentes contribuíram muito para essa tarefa. Whittaker apontou que o domínio quase incontestável dos dois reinos naturais na Biologia se deve tanto a postura conservadora quanto a consideração de que aquilo que não pode ser experimentalmente resolvido não deve ser questionado. A classificação dos seres vivos seria um desses tópicos e era necessário considerar outros reinos para abrigar as peculiaridades dos indivíduos, salienta Whittaker (1969).

Quatro seriam as dificuldades encontradas para a continuidade do sistema de dois reinos: os protistas; as moneras, tendo inicialmente sido subordinados aos protistas e que posteriormente foram separados devido às significativas diferenças de organização celular entre bactérias e outros organismos, tais como sua bioquímica, componentes internos, forma de reprodução etc.; os fungos, devido a suas estruturas peculiares, ciclo de vida e modo de nutrição distinto ao das plantas; e, por fim, o quarto e último problema decorre dos modos de nutrição que se mostraram muito diferentes do que a ingestão exercida pelos animais e fotossintética e de absorção realizada pelas plantas. Esses modos distintos correspondem a grupos funcionais ecológicos de produção, decomposição e consumo. Portanto, a nutrição foi o ponto central da separação de organismos dos reinos animal e vegetal e criação do reino próprio dos fungos, aponta Whittaker (1969). O autor complementa que nada pode diminuir a importância dos modos de nutrição no amplo padrão evolutivo do mundo, nem mesmo o intercâmbio desses modos entre protistas; em plantas que capturam insetos ou microcrustáceos; em fungos que capturam através de armadilhas espécies nematoides; em plantas e animais que absorvem parasitas; e nem mesmo as relações simbióticas presenciadas em líquens e corais (WHITTAKER, 1969).

Para Whittaker (1969), as vantagens do sistema de 4 reinos de Copeland em relação aos tradicionais dois reinos dizem respeito à facilidade em definir os níveis de classificação. Separando, por exemplo, fungos do reino vegetal que apresentam direção evolutiva diferente com relação à nutrição. Contudo, para este autor, a classificação de Copeland também apresenta limitações. Em primeiro lugar, Copeland não teria esclarecido a origem evolutiva da função nutricional de absorção visualizada entre os fungos, já que as outras duas direções, fotossíntese e ingestão, respectivamente associadas às plantas e aos animais, encontravam-se

claras. Em segundo, porque o reino Protoctista que fora definido para compor organismos unicelulares ou coloniais encontra-se repleto de representantes tais como fungos e algas que não são uma colônia de seres unicelulares, embora apresentem baixos níveis de diferenciação celular o que compõe uma linha muito tênue, segundo Whittaker, com o grupo de plantas e animais superiores. Por fim, a última limitação do sistema de Copeland na visão de Whittaker refere-se à falta de clareza quanto ao reino Protoctista quando comparado aos outros três. Whittaker (1969, p. 154 - tradução nossa) chama esse último agrupamento de “confederação dos excluídos”¹⁹, nada parecendo com um reino. Por outro lado, os filos são mais eficazes no enquadramento evolutivo dos grupos que abrangem.

Whittaker (1969) salienta que embora haja problemas não responsabiliza tanto Copeland por eles, quanto a própria diversidade de seres vivos quando o assunto é classificação. Assim, “não há nenhuma boa maneira de separar os organismos eucarióticos inferiores e superiores, existem apenas diferentes opções com diferentes dificuldades” complementa Whittaker (1969, p. 155 - tradução nossa). Apesar disso, o autor também reconhece que é pelas suas vantagens que o sistema Copeland é amplamente discutido na literatura e foi, na época, incorporado em livros didáticos escolares, ou seja, pela sua importante contribuição para a interpretação dos seres vivos.

Procurando trabalhar as lacunas apresentadas por Copeland, anos depois, Whittaker separou os fungos do agrupamento Protoctista e atribuiu-lhes um reino próprio, perfazendo cinco reinos. Para Whittaker (1969), a solução seria aceitar que os fungos pertencem a um reino à parte em aproximação evolutiva com o reino das plantas e dos animais. Os protistas seriam uma espécie de transição do caráter unicelular ao multicelular e as algas superiores bem como as verdes seriam alojadas entre as plantas. Resultaram disso quatro reinos: Protista, Plantae, Fungi e Animalia, distintos dos propostos por George G. Simpson que, em 1965, alojou os fungos e as algas unicelulares e superiores no reino das plantas, ou mesmo de Pimentel, em 1963, que separou as moneras como um reino, enquanto agrupou protozoários, micetozoários e fungos no reino protista e algas e plantas terrestres no reino plantae.

Seu sistema de cinco reinos, discute Whittaker, seria semelhante ao de Jahn e Jahn, da década de 1949. No entanto, para estes, as algas superiores são agrupadas com os protistas e os vírus ganham um reino próprio denominado Archetista, o que Whittaker acha inconveniente, por não acreditar na viabilidade de tratar os vírus como organismos. A grande novidade do sistema de Whittaker é a elevação de alguns táxons de fungos, grupos que eram

¹⁹ Conhecida na taxonomia pela expressão latina *insertae sedis* “posição incerta” e usada para indicar a incapacidade de estabelecer a posição exata de um táxon dentro da classificação.

ordens e classes em outros sistemas tornam-se, em sua explicação, filios. A amplitude de formas de fungos, destacou o autor, prova a existência linhagens independentes, sendo mais razoável a expansão do número de filios. A classificação em cinco reinos representaria melhor as relações e modos de nutrição de cada tipo de organização em comparação com o sistema de Copeland (WHITTAKER, 1969).

Whittaker não deixa, contudo, de apontar as limitações de seu próprio sistema classificatório. Para ele, a questão da distinção entre unicelulares e multicelulares e multinucleados é complexa. Há casos de organismos que se comportam de tal maneira que, se enquadrados no reino *Plantae*, violariam a definição de planta. O mesmo ocorre entre os Protistas. Tal é o caso do filo *Chlorophyta* que inclui formas unicelulares, unicelulares coloniais e pluricelulares. Os Protistas, por sua vez, apresentam-se em tão complexas linhas evolutivas que seria difícil para Whittaker delimitar quais deles são de fato polifiléticos. Enquanto reino, admite que os protistas possam ser monofiléticos, e acentua o fato de que as implicações da hipótese de aquisição de cloroplastos por simbiose poderiam mudar tudo. Assim, Whittaker (1969) deixa claro que tal possibilidade, proveniente da Teoria de Endossimbiose, é assumida em seu trabalho, como uma hipótese.

Whittaker (1969) escolheu em sua classificação considerar três níveis de organização para aplicar ao todo, sendo eles, a organização celular em procarióticos (Reino *Monera*), eucarióticos unicelulares (Reino *Protista*), eucarióticos pluricelulares (Reinos *Animalia* e *Plantae*) e eucarióticos multinucleados (Reino *Fungi*) e as linhas evolutivas relacionadas à nutrição, representadas pelos reinos polifiléticos mais elevados (fungos, animais e plantas).

As distintas propostas classificatórias são para Whittaker (1969) resultado do entendimento acerca dos seres vivos e das relações evolutivas entre eles ao longo da História Natural. Acredita que é vantajoso existir sistema de organização em reinos concorrentes, uma vez que nenhum deles é completamente satisfatório, apenas apresentam melhor as relações do mundo vivo em um dado período. Isso serve não apenas para biólogos no sentido de lhes dar condições de pensar nos méritos de cada sistema, na plausibilidade das informações que expressam e no que ainda está para ser explicado, mas também é de grande ajuda para o ensino de ciências. Classificações diversas possibilitariam levantar discussões sobre a diversidade da vida. Uma vez que não há um sistema único que represente a completude da natureza e vale a pena discutir essa diversidade. Além disso, a história mostra que “a divisão de todo o mundo vivo em reinos animal e vegetal é consequência de uma visão limitada deste mundo, com base na maior familiaridade entre plantas e animais” (WHITTAKER, 1969, p. 158 – tradução nossa).

A proposta de 5 reinos de Whittaker é de modo claro um reflexo da escola taxonômica evolutiva, a Gradista, na primeira metade do século XX. Faz uso não apenas de semelhanças como também de características que possibilitaram a distinção ou divergência dos descendentes. Embora evolutiva, a visão de Whittaker não é filogenética, ressalta Hagen (2012).

A outra proposta de 5 reinos foi feita por Margulis e Chapman em 1997 por meio do livro intitulado “Reinos e domínios: um guia ilustrado dos filós da vida na Terra”. Essa obra teria sido uma sugestão da NASA²⁰, interessada em ver contidas nela, informações úteis para a busca de vida extraterrestre. O livro vai muito além desses propósitos, pois não somente ilustra todas as formas de vida conhecidas como é didático o suficiente para que qualquer pessoa, estudante ou não, possa compreender o que diferencia os organismos uns dos outros.

A publicação deste livro, segundo Margulis, foi uma excelente oportunidade de apresentar seu ponto de vista sobre como as espécies se originam, uma questão que ela salienta, “Darwin nunca respondeu” (MARGULIS, 1993, p. 9 – tradução nossa).

O público e até mesmo muitos biólogos ainda consideram a vida dividida em três grupos: os animais (organismos que se movem, incluindo as pessoas), as plantas (organismos que fazem fotossínteses, produzindo alimentos e fibras) e o resto: os germes. [...] meu livro [...] inverte tal antropocentrismo distinguindo os micróbios, respeitando profundamente as forças do mundo invisível e a relevância da diversidade microbiana para a evolução; assim, ele substitui a estúpida dicotomia planta versus animal com a lógica de cinco reinos. Inspirando-se em disciplinas tão díspares como a tecnologia de DNA, ultraestrutura e geologia pré-fanerozóica, ele estabelece uma base moderna para o conceito de Darwin de ancestralidade comum da vida. Além disso, [...] eu afirmo que a acumulação gradual de mutações aleatórias é insuficiente para explicar a especiação. Em vez disso, a especiação ocorre principalmente por simbiogênese, naturalmente complementada por mutações no DNA (MARGULIS, 1993, p. 9 - tradução nossa).

Margulis salienta que, diferente da simbiose, a simbiogênese é um processo evolutivo que ocorre quando dois simbiontes se integram de modo permanente. Em síntese, a Teoria da Endossimbiose ressalta a importância dos microrganismos para entender a vida na Terra e aponta a distinção entre eucariontes e procariontes como a grande descontinuidade do mundo vivo, estando nela a chave para entender a biodiversidade. Para Margulis, a célula é a unidade da vida, por meio da qual energia e matéria fluem, e se a distinção se centra em grosso modo pela presença do núcleo nos eucariotos, a origem da célula bacteriana explicaria a origem da

²⁰ Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica, em inglês, *National Aeronautics and Space Administration* (NASA).

vida, enquanto a teoria da endossimbiose explica a origem da célula com núcleo por meio da simbiogênese. A simbiogênese implica o surgimento de novos tecidos, órgãos, metabolismos fisiológicos e adaptações que permitem a convivência prolongada entre dois simbioses. Esse teria sido o caso dos plastídeos e mitocôndrias dentro das células. Assim, as células procariotas teriam aparecido há cerca de 2.500 a 541 milhões de anos atrás sem qualquer fusão ancestral, enquanto que os eucariontes todos seriam produtos de simbiogênese (MARGULIS, 2004).

Logo na capa o livro demarca-se o que é defendido ao longo de suas páginas. A figura de uma mão segurando o globo terrestre representa em cada dedo um reino, tendo na palma seres intermediários. Duas faces de perfil também podem ser vistas, representando uma figura humana feminina e outra masculina.

Os esquemas de classificação nos ajuda a compreender a vida neste planeta azul e verde. Mas, os esquemas de classificação são uma invenção; a mão humana tenta classificar, agrupar e classificar os tipos de vida que a Terra partilha conosco. Porque nenhuma pessoa testemunhou os mais de 3000 milhões de anos da história da vida, nossos domínios, reinos, filos, classes e gêneros são aproximações. Na metáfora da mão, as linhas dentro e no contorno separam os reinos. O polegar representa o mais antigo reino das bactérias (o procariota), que inclui o Archea (Arqueobacteria). Os dedos [...] representam as formas de vida compostas por células nucleadas. O contorno da mão e o dedo mindinho são contínuos; eles formam [...] o antigo grupo dos micróbios e seus descendentes: membros do reino Protocista [...]. Os dedos anelares e médios estão juntos [...] reino Fungi e as plantas verdes do reino Plantae [...]. Os membros do reino Animalia, o reino mais recente [...] estão no dedo indicador. [...] Vida e Terra se tornam uma unidade, interligados onde cada um altera o outro. Uma descrição gráfica da nossa hipótese taxonômica, a imagem mão e globo, transmitem as fusões intrincadas, fusões e anastomoses que compõem a teia da vida (MARGULIS; CHAPMAN, 1997, p. 5- tradução nossa).

Os autores propõem que cinco sejam os reinos da vida: Bactéria, Protocista, Fungi, Plantae e Animalia. Os reinos Bacteria e Protocista foram os mais revisados devido às considerações moleculares a partir de RNA ribossômico, em cada capítulo da obra iniciam “com um diagrama filogenético que mostra as prováveis relações evolutivas entre cada filo deste reino. Cada filogenia é uma estrutura ramificada ao longo do tempo a partir de um grupo ancestral único para os filos existentes” (MARGULIS; CHAPMAN, 2015, p. 27 - tradução nossa). Também chamam atenção para dois fatos: a insuficiência de dados moleculares no estudo dos organismos e o uso de conceitos que denominaram de sociopolíticos referindo-se aos termos “reino”, “domínio”, “classe” e “ordem”. Com isso, defendem a substituição desses

termos com o tempo, embora na obra os tenham usado devido a aceitação geral do público tornar sua utilização conveniente e contínua (MARGULIS; CHAPMAN, 1997).

O livro é também, como o título sugere, um diálogo com a ideia de domínios, questão que Margulis e Chapman (1997) consideraram um sério desafio. A proposta de Margulis faz uso da Sistemática Filogenética como método, conseqüentemente, a evolução como teoria, mas prioriza os conceitos e nomenclaturas lineanas, como apontou, podendo então ser resultado de uma vertente Cladística.

4.2.4 Seis Reinos.

Com o objetivo de compreender a raiz evolutiva dos eucariontes, auxiliado pela era molecular e pela Teoria da Endossimbiose, Thomas Cavalier-Smith propõe, por volta de 1980, o sexto reino vivo, o Chromista, mas que apenas em 2004 recebeu maior repercussão. Tendo as bactérias em um reino à parte dos eucariotos, definiu cinco reinos: o Protozoa, como um reino basal, e quatro outros dele derivados: os heterotróficos: Animalia e Fungi; e os fototróficos: Plantae e Chromista.

O novo reino Chromista resultou de avançados estudos filogenéticos. Tais estudos revelaram que determinados organismos antes alojados entre os protozoários distinguiam-se dos demais desse reino bem como dos integrantes do reino Plantae, devido à origem de seus cloroplastos. Assim, os Chromistas apresentam uma das características que os diferenciam: clorofila do tipo “C” e plastos com uma membrana extra e/ou pelos tubulares bi ou tripartidos sobre um ou mais cílios (CAVALIER-SMITH, 2010).

O Reino Fungi também é expandido com a inclusão dos microsporídios, dada as proteínas que evidenciam serem parasitas intracelulares, sendo assim retirados do Reino Protozoa (CAVALIER-SMITH, 1998), mas até hoje a posição filogenética do grupo é incerta. Também os myxozoa são retirados do Reino Protozoa e confirmados como sendo animais (CAVALIER-SMITH, 1998).

Os estudos de Cavalier-Smith mostram-se, desde a década de 1980, considerando o período de suas publicações, bastante complexos. Ele traz para suas argumentações dados e discussões do ponto de vista metodológico, todos cuidadosamente fundamentados na filogenia e tendo a biologia molecular como seu principal apoio. Podemos dizer que, das propostas exibidas até aqui para agrupar os seres vivos, a de Cavalier-Smith é a mais densa no sentido de esboçar não apenas semelhanças e diferenças entre os organismos, mas mapear geneticamente e molecularmente essas aproximações, traçando um quadro bastante amplo da

origem evolutiva das células. Seu esforço se resume na seguinte fala: “a biologia celular molecular avançou tanto que a origem dos eucariotas é mais especificamente explicável do que nunca” (CAVALIER-SMITH, 2006, p. 969-970 - tradução nossa).

Um dos primeiros pontos defendidos por Cavalier-Smith (2006), e que implica na classificação que defende posteriormente, diz respeito à diferença entre procariotas e eucariotas, especificamente a nível celular. Para o pesquisador, essa diferença refere-se a alterações na superfície da membrana dessas células, nas enzimas que medeiam a replicação, reparação ou transcrição do DNA e no tipo de proteínas contidas, mais especificamente num tipo de partícula de reconhecimento de sinal que Cavalier defende ter evoluído antes mesmo da evolução das próprias células, o que implica que Archeobacterias e eucariotos seriam descendentes das Eubactérias.

Essa hipótese, chamada de neomura e divulgada em 1987 por Cavalier-Smith, sugere que eucarioto seja um grupo irmão de todas as Archeobacterias. Em outras palavras, ambos os grupos seriam descendentes de eubactérias gram negativas, enquanto as Archeobacterias seriam os organismos de parede celular rígida. Os organismos de parede celular flexíveis sofreriam algumas mudanças evolutivas como a agregação do DNA, a formação de um núcleo e a aquisição da mitocôndria. Essa última alteração desencadearia uma dupla linhagem. Organismos ciliados ameboides de um lado e, posteriormente, aquisição do cloroplasto originando as plantas e, de outro lado, organismos ameboides ciliados dando origem aos animais e fungos. Cavalier-Smith (2006) argumenta então que é injustificado tratar Archeobacterias como um reino ou super-reino separado, pois apesar do nome, trata-se de um filo recente.

Outro ponto defendido é que dentro das eubactérias há diferenciação das membranas. Posibacterias tendo uma membrana enquanto Negibacterias com duas membranas distintas, sendo a interna compatível com a membrana citoplasmática de Posibacterias e Archeobacterias e a segunda, de um tipo único, homóloga a de mitocôndrias e cloroplastos englobados. O transporte de proteínas nessas membranas também é elucidativo (CAVALIER-SMITH, 2006).

A ideia mais inovadora é que, diferente do que defenderam outros pesquisadores como o próprio Woese no final da década de 1970, as archeobacterias não são antigas, podendo ser grupo irmão dos eucariotos. O fato do metabolismo das Archeobacterias estar associado à utilização de hidrogênio para reduzir gás carbônico em metano lhe conferiria esse status de antigo. Mas, para Cavalier-Smith (2006), a razão principal em se considerar Archeobacterias

como sendo antigas decorreu de seu RNA ribossômico ser diferente do das eubactérias e dos eucariotos, entre outros aspectos moleculares.

Desde a década de 1980, portanto, Cavalier-Smith tem procurado, com a inquestionável contribuição da genética molecular, estabelecer a origem dos organismos. Buscou provar, aliado ao entendimento das evidências endossimbióticas de cloroplastos e mitocôndrias, que alguns organismos antes alojados entre os protistas devem pertencer a um reino distinto, o Chromista. Muitas alterações vêm sendo feitas conforme novas evidências vão sendo descobertas.

Descobertas eletro-microscópicas eventualmente levaram as bactérias a serem separadas como um reino distinto e um sistema de cinco reinos para os eucariontes: Protozoa basal e quatro reinos derivados: os ancestrais heterotróficos Animalia e Fungi, e os ancestrais fototróficos Plantae e Chromista (Cavalier-Smith, 1981). Recentes avanços filogenéticos revelam que vários grandes grupos de protistas anteriormente tratados como Protozoa realmente pertencem ao reino Chromista, necessitando de uma reinterpretação radical da evolução dos Chromistas e de uma maior revisão da classificação de ambos os reinos [...]. Consequentemente, o Chromista, irmão do Plantae, com 10 filos, tem agora uma megadiversidade, ficando em segundo apenas para Animalia (CAVALIER-SMITH, 2010, p. 342 - tradução nossa).

A proposta de Cavalier-Smith, apesar de dar grande peso aos caracteres moleculares consiste numa clara continuidade de pesquisa dentro da perspectiva da sistemática filogenética.

4.2.5 Super-reinos

Recentemente, Cavalier-Smith e inúmeros outros colaboradores (RUGGIERO, et al, 2015) propuseram outra grande modificação no sistema classificatório, argumentando que isso o tornaria mais prático para o público em geral. Propuseram dois super-reinos: Procarioto e Eucarioto, e ampliaram a classificação em seis reinos de Cavalier-Smith para sete reinos. No super-reino Procarioto estão os reinos Archaea e Bacteria; e no Eucarioto os reinos Protozoa, Chromista, Fungi, Plantae e Animalia.

Os protozoários e chromistas são considerados um grupo polifilético de organismos eucariontes unicelulares que não formam tecidos embrionários, mas incluem seres descendentes ancestralmente de bactérias e que tiveram a formação de núcleo, endomembranas, citoesqueleto e mitocôndrias. Outro ponto defendido por Ruggiero et al (2015, p. 6 - tradução nossa) é que o Protozoa deva ser considerado “imediatamente antes da

origem evolutiva dos cloroplastos e que Plantae deve incluir todos os eucariontes com plastídios descendentes diretamente das cianobactérias inicialmente escravizadas”, com exceção das euglenophyceas que são os únicos representantes Protozoa fotossintéticos. Resolvendo assim a fronteira entre esses dois reinos, bastante discutida entre os taxonomistas. Já a fronteira entre Protozoa e Chromista é mais complexa, como era de se esperar. Como já mencionamos, os chromistas deveriam agrupar organismos que possuíssem clorofila do tipo “c” apenas, sendo consideradas por terem evoluído da simbiose de uma alga vermelha, bem como protistas heterotróficos descendentes e que perderam o metabolismo fotossintético ou os plastos de forma completa, mas o chromista também sofreu uma expansão para acomodar organismos antes reconhecidos como protozoários. Os fungos, por sua vez, são demarcadamente distintos dos protozoários, devido à origem da parede de quitina presente nas células daqueles e a perda da fagotrofia ²¹ por estes (RUGGIERO, et al, 2015).

A proposta de Ruggiero et al (2015) é polêmica, pois ela diz se contrapor às vertentes da sistemática, assim, “esta classificação não é nem filogenética nem evolucionária, mas sim uma visão de consenso que acomoda escolhas taxonômicas e compromissos práticos entre diversas opiniões de especialistas” (RUGGIERO, et al, 2015, p.1 - tradução nossa). Nesse sentido, o trabalho desses pesquisadores é um contraponto a alguns sistemas de classificação.

Ao ressaltarem a falta de consenso entre os taxonomistas sobre qual esquema classificatório usar para apresentar a “hierarquia da vida”, conferiram a Hennig essa confusão devido à redefinição de terminologias que não foram amplamente aceitas além de problemas conflitantes nas relações filogenéticas. Por isso, a classificação proposta neste trabalho é baseada em Lineu, e nas palavras dos autores, objetiva “proporcionar uma classificação hierárquica” (RUGGIERO, et al, 2015, p. 2 - tradução nossa) para servir ao público familiarizado com o sistema conceitual lineano. Outro ponto atacado pelos pesquisadores é o trabalho de Adl et al (2005) que apresentou uma classificação e a revisou em 2012, mas não usou as categorias lineanas de filo, classe, ordem e família. A defesa do sistema de Lineu se pauta em sua praticidade, tradição e cuidadosa indicação do grau de disparidade fenotípica entre os grupos, além é claro, dos sufixos já padronizados (RUGGIERO, et al, 2015).

4.2.6 Domínios

²¹ Trata-se do processo pelo qual os organismos unicelulares ingerem a sua comida a partir do englobamento e digestão de outras células.

A proposta de classificação em domínios feita por Carl R. Woese baseia-se em análises filogenéticas a partir do RNA ribossômico e pressupõe três linhagens ancestrais distintas: eubactérias (bactérias típicas), arqueobactérias (bactérias metanogênicas) e eucariotos. Uma vez sendo o genoma a chave para conhecer a história evolutiva das espécies, a sequência molecular que mais o satisfazia para o estudo era o RNA ribossomal, componente de todos os sistemas de replicação genômico, fácil de ser isolado de evolução lenta e permitindo a detecção de parentesco entre espécies distintas (WOESE; FOX, 1977).

No trabalho de 1977, Woese e Fox argumentam a dificuldade que a dicotomia trazida pela divisão da vida em procariotos e eucariotos apresentou para os agrupamentos representativos das linhagens da vida. Salientaram a diferença da célula eucariota em relação a procariota, bem como sua complexa organização, refletindo sobre uma possível origem simbiótica, de modo que, mesmo com essas diferenças, esses dois tipos de células não deveriam ser opostas filogeneticamente. Propuseram assim, que um nível ou domínio seria responsável pela origem de outro mais complexo. Procarioto e Eucarioto corresponderiam a dois desses domínios, mas um estado evolutivo primário deveria ser interposto entre eles. A esse domínio hipotético chamaram progenota, o LUCA. Esse conceito de progenota não se refere propriamente a um organismo, mas há uma entidade primitiva, de múltiplos e pequenos segmentos genômicos (KOONIN, 2014). Desde então estudos têm sido feitos em busca do último ancestral universal comum de todas as células, o LUCA (*last universal common ancestor*), em inglês ou progenota. Um recente estudo (WEISS, et al, 2016) constatou que o LUCA seria anaeróbico, fixador de gás carbônico, dependente de gás hidrogênio, fixador de nitrogênio e termofílico, o que significa que esse ancestral depende de um ambiente rico em H₂, CO₂ e ferro, corroborando a teoria da origem da vida de autotróficos em ambiente hidrotermal.

Portanto, os trabalhos mais recentes que buscam esse ancestral têm como ponto de partida a hipótese de Woese, elaborada décadas atrás. Nas palavras de Woese e Fox (1977, p. 5090 - tradução nossa), “A questão que permanece a ser respondida é se o ancestral comum de todas as três principais linhagens de descendência era por si só um procariota. Se não, cada domínio representa uma evolução independente do nível de organização procariótica”.

Como consequência dos três domínios de Woese, inúmeros reinos são apontados. Reinos estes que em sua maioria são filios para o sistema de Margulis. Por exemplo, no domínio Eubacteria são 6 reinos, no Eucariota 15 reinos e no Archae 4 reinos. Razões pedagógicas talvez já fossem argumentos suficientes para a rejeição dos domínios de Woese

por Margulis e Chapman (1997), mas eles não foram os únicos. Razões biológicas e evolutivas também contribuíram para a rejeição desse sistema considerado bacteriocêntrico.

Na visão dos autores Margulis e Chapman (1997), o sistema de domínios não reconhece a simbiogênese como a principal fonte desencadeadora da evolução dos eucariotos. Além disso, os domínios e inúmeros reinos são estabelecidos com base em comparações de sequências moleculares, e não somente. Por fim, os domínios não contribuem pedagogicamente, porque não produzem uma classificação prática impedindo a recuperação de informações por naturalistas, não especialistas, alunos ou mesmo por professores. Dessa forma, os autores utilizaram os dados moleculares advindos de Woese e Fox (1977), mas complementando-os com análises morfológicas, desenvolvimentais, metabólicas, entre outras, para a proposição dos 5 reinos.

O domínio Archea de Woese e Fox (1977) compreende os organismos procariontes e é considerado como Reino Bacteria em Margulis e Chapman (1997). Da mesma forma o Eucaria, que significa verdadeiro núcleo, compreende os reinos Protoctista, Animalia, Plantae e Fungi destes últimos. Outra diferença significativa é que entre si as propostas de Woese e Fox (1977) e Margulis e Chapman (1997) são contraditórias. Enquanto os cinco reinos são definidos por caracteres herdados compartilhados pelos membros, pela história de vida, estrutura genética, ecologia, relações simbióticas, morfologia e desenvolvimento, os três domínios baseiam-se em sequências genéticas de uns poucos grupos e desconsidera a possibilidade de transferência horizontal de genes, bem como as trocas que ocorrem entre parentais. A origem da vida também é assumida de forma distinta entre os pesquisadores, para os proponentes dos três domínios o ancestral que os originaria seria um composto, o progenota. Para os autores dos cinco reinos, por sua vez, os procariontes evoluíram de uma célula bacteriana comum antes da simbiogênese dos primeiros eucariotos.

A obra de Margulis e Chapman (1997) é então mais completa em termos de estabelecimento de relações para a proposição de uma classificação, no entanto, um ponto fica sem ser esclarecido. Dada a rejeição dos autores à proposta de três domínios de Woese e Fox, porque apresentam não apenas o título como “reinos e domínios”, como também consideram os domínios ou sub-reinos cada vez que apresentam o agrupamento maior? Por exemplo: concebem dois super-reinos o Prokarya e o Eukarya. O primeiro tem como reino o Bacteria e sub-reinos ou domínios o Archea e o Eubacteria; O segundo tem como reinos o Protoctista, o Animalia, o Plantae e o Fungi, tendo os dois primeiros sub-reinos ou divisões. Portanto, a hierarquia usada não deixa claro por que fizeram uso dos domínios que, mesmo não apresentando a disposição de Woese e Fox, ainda consideram a divisão estabelecida por estes

autores, excetuando-se pelo fato de não considerar domínios para os eucariotos e sim a origem simbiótica.

A proposta em domínios apesar de filogenética, não se baseia em Hennig. “O método Woese [...] envolveu a comparação das sequências de uma determinada molécula, central para a função celular, chamado de RNA ribossômico, tornando-se a abordagem padrão utilizada para identificar e classificar todos os organismos” (ILLINOIS UNIVERSITY, online).

Neste capítulo apresentamos, ainda que de forma breve, o percurso histórico das escolas taxonômicas na Biologia do Século XX de modo a subsidiar comparações entre as diferentes propostas classificatórias em relação à Sistemática Filogenética e responder se o método proposto por Willi Hennig caracteriza-se como uma novidade para a prática classificatória na Biologia ou como consequência do contexto intelectual vivenciado por esta ciência.

Observamos que o aparecimento das escolas taxonômicas na biologia está fortemente relacionado ao contexto histórico do período, suas influências sociais, científicas e econômicas, principalmente. A Escola Evolutiva, representada principalmente por Mayr surge num momento de efervescência na Biologia seja pela autonomia da Biologia enquanto ciência, por adequação dos métodos dentro dessa ciência, tendo a Teoria da Evolução como pressuposto, ou mesmo como crítica às práticas exercidas antes de Darwin e consideradas errôneas, dentre elas, a taxonomia tradicional. Portanto, o Gradismo reuniu as principais ideias em foco naquele momento, tentando seguir Darwin, mas sem ter um método consistente para isso.

Já a Escola Fenética procurou reunir a avalanche de dados recém produzidos por áreas novas como ecologia, genética, dentre outras e inovar, a partir de programas de computador também inovadores para a época, num método de análise estatística sistemática dos seres vivos. Contudo, a escola se perdeu por não ter um fundamento que guiasse seus objetivos. A Fenética não sabia para o que olhar, e tudo parecia válido no âmbito da classificação.

A Sistemática Filogenética, por sua vez, é a maturação de todas estas escolas. Fundamenta todos os seus princípios na Teoria da Evolução e nas adequações da síntese moderna propiciadas pela genética e outras áreas no século XX. Busca respaldo igualmente em outras áreas como na Física, a partir das noções de espaço e tempo, que apareceram com força neste mesmo século e que não podem ser desconsideradas pelo Biólogo quando se analisa a mudança da diversidade, ou seja, a vida em suas diferentes dimensões. Para suportar esses princípios, apoia-se em inúmeros autores e na lógica positivista para construir um método que atenda as necessidades imediatas do sistemata: revelar relações de parentesco.

Portanto, se de um lado a Sistemática Filogenética foi uma novidade para a prática classificatória na Biologia, por outro, é uma forte consequência do contexto intelectual vivenciado pela Biologia. De modo que nenhum dos extremos de interpretação é válido.

As principais semelhanças e diferenças entre as Escolas Taxonômicas (QUADRO 1), comparadas com a Sistemática Filogenética, residem no âmbito da teoria e do método. Enquanto o Gradismo fundamenta-se pela Teoria da Evolução e não possui um método, a Fenética apresenta método, mas não se ampara em uma teoria, bem como não busca revelar relações filogenéticas. No que diz respeito a seu objeto de estudo, a Escola Gradista dá ênfase ao estudo das populações, enquanto a Escola Fenética atribui ao indivíduo maior importância. Diferentemente dessas duas escolas, a Cladística admite as diferentes fases da vida de um organismo, por isso o considera uma entidade multidimensional, o que chamou de Semaforonte. Por fim, enquanto a Fenética utiliza o máximo de caracteres possível em sua análise, as demais escolas fazem uso de caracteres específicos, por isso atribuem peso a eles.

Quadro 1- Semelhanças e diferenças entre as Escolas Taxonômicas na Biologia.

ESCOLA TAXONÔMICA	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS			
	TEORIA	MÉTODO	ÊNFASE	PESAGEM DE CARACTERES
Gradista	Sim	Não	Populações	Sim
Fenética	Não	Sim	Indivíduo	Não
Cladística	Sim	Sim	Semaforonte	Sim

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Em contrapartida, as demais propostas classificatórias surgidas no século XX fazem uso de uma ou outra das escolas citadas para proporem suas classificações. Todas as classificações se fundamentam na evolução, o que explica o fato de nenhuma delas se respaldarem na perspectiva Fenética, embora possam utilizar alguns de seus pressupostos metodológicos. Portanto, os métodos presentes nestas classificações são variados, por isso chegam a respostas divergentes entre si.

Considerando as cinco correntes taxonômicas, ou abordagens, apontadas por Amorim (2002), a saber: essencialista; catalográfica; Fenética; Gradista e Filogenética, conforme anteriormente discutido, sintetizamos a análise no Quadro 2 a seguir:

Quadro 2- Abordagens classificatórias na Biologia.

CLASSIFICAÇÕES DO SÉCULO XX	PERSPECTIVA EVOLUTIVA	MÉTODO DEFINIDO	ABORDAGEM
3 Reinos	Sim	Não	Gradista
4 Reinos	Sim	Não	Gradista
5 Reinos Whittaker	Sim	Não	Gradista
5 Reinos Margulis	Sim	Sim	Cladística
6 Reinos	Sim	Sim	Cladística
Domínios	Sim	Não	Filogenética
Super-reinos	Sim	Não	Lineana

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Na proposta de 3 reinos não se tinha um método consistente de classificação, embora Haeckel procurasse seguir a linha evolutiva. Os 4 reinos também não seguem um método específico, mas se pautam na evolução. Os 5 reinos de Whittaker, por sua vez, assim como as classificações anteriores refletem a abordagem da Escola Gradista, enquanto que a proposta de 5 reinos de Margulis e Chapman faz uso da Sistemática Filogenética (Escola Cladística) como teoria e método, assim como também faz a proposta de 6 reinos.

Observe que a proposta em domínios, apesar de ser filogenética, não tem como base o método de Hennig, por isso fazemos uma pequena distinção na denominação desviando um pouco das categorias postuladas por Amorim (2002). Os super-reinos, por sua vez, seguem uma abordagem lineana, de modo que também diferenciamos da denominação de Amorim (2002), o qual a considera como uma corrente essencialista, uma interpretação inadequada que discutimos no Capítulo II deste trabalho.

No próximo capítulo discutiremos como essas mudanças na classificação do século XX podem contribuir para o Ensino de Ciências e Biologia numa perspectiva holística²² acerca da biodiversidade.

²² O uso que fazemos do termo holístico, neste trabalho, reflete nosso entendimento de que é necessária uma visão integral dos fenômenos em estudo na Biologia. Visão esta que também poderia ser alcançada numa perspectiva transdisciplinar ou mesmo sistêmica.

CAPÍTULO V

**A REPERCUSSÃO DAS MUDANÇAS HISTÓRICAS E EPISTEMOLÓGICAS NO
ENSINO DA CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA DO SÉCULO XXI.**

Ao percorrermos parte da História da Taxonomia, destacando três momentos importantes para essa disciplina, a saber: i) a criação de um método de classificação por Lineu; ii) a publicação da Teoria da Evolução; e, iii) a reforma metodológica visando uma área sistemática no século XX, percebemos que uma série de mudanças históricas e epistemológicas fizeram parte desse contexto. O rompimento com lógicas escolásticas pelo método investigativo dos seres vivos visando à construção de uma classificação natural, que estabelece relações entre as espécies com Lineu; a explicação de fatores de diversificação das espécies em detrimento de uma criação divina com Darwin e Wallace; a busca por modos de investigação para além dos descritivos; a consideração das dimensões temporais e espaciais na análise das mudanças biológicas, entre outros tantos aspectos, demonstram que a natureza do conhecimento empregado pelos naturalistas e biólogos alterou-se consideravelmente ao longo do tempo.

Embora essas mudanças não tenham rompido totalmente com visões anteriores acerca dos fenômenos biológicos, como a dicotomização estática dos seres (por exemplo, voa *versus* não voa), mas tenham grande significado para o modo pelo qual trabalham atualmente as Ciências Biológicas, parte delas ainda não foi refletida no modo de compreender as Ciências Biológicas nos sistemas de ensino superior e básico brasileiro. Como veremos, estamos ensinando no Brasil desde o século XX por vezes com noções biológicas anteriores a Lineu e, por outras, com uma amálgama delas. Assim, quando se adota a perspectiva pragmática ou utilitária para se classificar organismos biológicos, está se remetendo a uma lógica classificatória anterior a Lineu, por exemplo.

Neste capítulo, apresentamos uma breve repercussão das principais mudanças históricas e epistemológicas no ensino da classificação biológica do século XXI no Brasil. Para isso, não é nosso objetivo fazer uma imersão aos currículos e ementas curriculares de ciências no âmbito nacional, mas apontar quando e como cada uma dessas mudanças possivelmente chegou à Educação Brasileira, discutindo as fragilidades e apontando caminhos possíveis para uma perspectiva filogenética.

5.1 A Ciência no passado educacional brasileiro.

No início do século XX podem ser observadas diferentes denominações ao que hoje conhecemos por Ciências. Conforme discute Takeuchi (2017), as palavras História Natural, Ciências Físicas e Naturais, Lições de Coisas e Ciências Naturais, foram algumas das denominações observadas no período.

Ao observarmos programas de ensino entre as décadas de 1911 e 1931 de alguns Estados brasileiros e um nacional, veremos que pouco se ensinou sobre as Ciências Biológicas. O foco é em grande parte prestado aos animais e às plantas, classificando e descrevendo-os segundo a sua utilidade para o homem. Com exceção do documento de 1931, a evolução não é considerada nessas orientações curriculares das primeiras décadas do século XX.

No programa de ensino do Estado de São Paulo (1911) para as escolas isoladas²³, as *sciencias naturaes* ensinavam acerca do homem e suas raças, da distribuição dos animais domésticos e daqueles que serviam para alimento, vestuário, lazer e como matéria-prima para indústrias, enquanto que as plantas eram vistas conforme sua utilidade alimentícia, madeireira e medicinal. A anatomia da planta também era tópico de estudos. Já no programa de ensino do Estado de São Paulo (1912), para as escolas normais, cujo objetivo era profissionalizar o magistério, ensinavam-se as *Sciencias physicas e chimica* e as *Sciencias naturaes*.

O programa de ensino primário no Estado de Paraná (1916) também apresenta tópicos de “Historia Natural (noções rudimentares) Physica e Chimica alternadamente” (p. 21) tendo como base o livro “*Elementos usuaes das sciencias physicas e naturaes – lições de cousas*” de Martel (1900). Um pouco diferente, no plano de ensino do Estado do Mato Grosso (1916) as ciências naturais priorizavam o estudo dos animais colocando o estudo das plantas como facultativo. Os tópicos de estudo dos animais e das plantas são idênticos aos do Estado de São Paulo, supracitado.

Por fim, somente em 1931, no programa de curso de ensino secundário do país é que se observa a evolução enquanto parte do conhecimento, embora não de forma explícita, a ser tratado pela disciplina de História Natural. Mas não se observa explicações acerca dela.

O ensino da História Natural tem por fim proporcionar aos alunos o conhecimento das formas vivas e inertes do mundo objetivo, atuais e

²³ Souza (2016) explica que as escolas isoladas foram um tipo de escola primária em que, em uma única sala de aula, frequentavam alunos de diferentes níveis de escolarização. Algo como uma escola multiseriada. A autora destaca ainda que esse modelo de escola foi predominante ao longo do século XX no Estado de São Paulo.

passadas, nas suas incessantes transformações e em suas relações mutuas, e, ao mesmo tempo, iniciá-los na prática do método de observação [...] é necessário que se realize, o mais possível, em contacto direto com o mundo objetivo, estudando- lhe a princípio, quer as formas minerais; quer as vegetais e animais, isoladamente, e depois em confronto com as formas próximas, de modo que os alunos logo adquiram noção exata dos conceitos de espécie e do seu, grupamento em conjuntos naturais, [...] revelando ainda como os seres vivos se modificam e se adaptam às condições exteriores e como também, dependem os demais elementos da evolução local da crosta terrestre. [...] observações assim feitas e repetidas de modo a convencer os alunos de que não residiam de coincidências fortuitas [...] O curso terminará por um resumo retrospectivo da história da terra em confronto com a evolução dos seres vivos, por um estudo comparativo entre os elementos celulares dos vegetais e dos animais e por uma apreciação sumária das características fundamentais dos seres vivos, de modo a fazer sentir que, si o conceito científico da vida não resulta de uma definição formal, pelos seus caracteres intrínsecos, ao menos pode ser adquirido pela noção de um processo natural que se desenvolve em série (BRASIL. Decreto nº 19.800, 1931, p. 12420- 12421- destaque nosso).²⁴

Nesta citação, observamos alguns aspectos do “ensino de ciências” da década de 1930. O programa considera a existência de “transformações das formas vivas”, bem como “suas inter-relações” que nos sugere uma associação direta aos seres que ora se parecem com animais, ora com vegetais, como o caso dos protozoários e fungos, uma problemática em seu auge na ciência da época (KLEPKA; CORAZZA, 2017). Essa hipótese é reforçada pelo trecho em que se menciona o necessário “confronto com as formas próximas” de modo a interpretar o que é ou não uma espécie e agrupá-las adequadamente.

A evolução não está presente de forma explícita nesse programa, mas é sugerida pela menção às modificações e adaptações dos seres às “condições exteriores” que também dependem das mudanças “da crosta terrestre”. Portanto, a palavra evolução contida neste trecho não é a evolução biológica, mas a ideia de modificações geológicas.

O trecho que mais chama a atenção nessa passagem é o estudo retrospectivo que propiciará “em confronto com a evolução dos seres vivos a apreciação sumária das características fundamentais dos seres vivos” (BRASIL. Decreto nº 19.800, 1931, p. 12420-12421). O trecho não permite entender se características clássicas atribuídas aos seres vivos seriam confrontadas com a ideia de evolução, ou se a história da terra e as percepções clássicas tradicionais é que seriam confrontadas com a evolução para chegar-se ao que se conhece das características. Isso fica ainda mais confuso no trecho seguinte. Ao que parece, o conceito de vida é fluido e não algo rígido que associaria a algum tipo de essência. Assim, o

²⁴ A ortografia e acentuação das citações resgatadas respeitam a norma ortográfica da época no século XX, tal como no original.

conceito de vida numa definição mais fechada pode ser alcançado ao se reconhecer a determinação do “processo natural que se desenvolve em série”. Desse modo, não é possível saber com certeza se a ideia de evolução era aceita como uma Teoria apenas ou apenas questionada e colocada em cheque.

Neste mesmo documento nacional, especificamente no que diz respeito ao estudo dos seres vivos e sua classificação, observa-se que, “No início serão evitadas as descrições anatômicas, restringindo-se o estudo aos caracteres gerais da espécie e, em particular, àqueles que servem de critério à classificação” (BRASIL, 1931, p. 12121). Posteriormente,

Os alunos devem, portanto, adquirir a prática da colheita dos seres vivos em plena atividade natural e do seu preparo para a conservação, e, ainda, o necessário tirocínio²⁵ da classificação de espécies comuns, pelo método comparativo, servindo-se para isso de exemplares já classificados, das coleções do museu de História Natural. Os exercícios sistemática, racionalmente orientados, transformam-se em distração de grande alcance educativo, porque despertam qualidades de ordem, de critério visual e de apreciação de minúcias susceptíveis de aplicações diversas no domínio das artes e das ciências. [...] (BRASIL. Decreto nº 19.800, 1931, p.12121 - destaque nosso).

Neste outro trecho, percebemos de onde vem nossa herança de trabalhar com as características gerais no ensino, as noções de célula, de habitat, de alimentação etc., uma vez que o ensino priorizava o estudo dos “caracteres gerais da espécie e, em particular, aqueles que servem de critério à classificação” (BRASIL. Decreto nº 19.800, 1931, p.12121). Assim, considerando que essa classificação se dava por método comparativo, como destaca a citação seguinte e a ênfase nos animais em detrimento de plantas, explica-se por que as classes dos animais são ênfases do Ensino de Ciências e Biologia até os dias atuais em livros didáticos. Takeuchi (2017, p. 76) inclusive chama atenção desse fato no livro didático da época, no qual essa forma de classificação em “classes de animais (invertebrados, moluscos, articulados, radiados, protozoários) [...] tenha ganhado relevância e se mantido como conteúdo de ensino”.

Na análise de livros didáticos do século XX, Takeuchi (2017) também destacou noções dicotômicas de classificação, sejam elas pautadas em habitat, voar, andar e nadar, ou mesmo em determinadas estruturas como o cotilédone, resultando no estudo das plantas que separa, de um lado, as monocotiledôneas e, de outro, as dicotiledôneas. Ambas as formas de classificação criticadas por Lineu por serem artificiais, ou seja, não demonstrando relações. “[...] o senso de classificação percorre toda a parte de zoologia e botânica. Um animal

²⁵ Tirocínio diz respeito ao primeiro ensino ou aprendizado necessário ao desempenho de uma determinada profissão.

pertence a um grupo, que se subdivide em tais tipos de animais. O mesmo ocorrendo com as plantas. E mesmo se não pertencem a um grupo, faz-se pertencimento sob algum aspecto” (TAKEUCHI, 2017, p. 72).

Desse modo, a classificação nas primeiras décadas do século XX foi ensinada como formas de agrupamento sem a menção ao conhecimento evolutivo e por meio de uma amálgama de sistemas classificatórios há muito abandonados por suas separações meramente utilitárias ou medicinais, ou seja, anteriores a Lineu. Não havendo qualquer menção às categorias taxonômicas de filo, ordem, classe, gênero ou mesmo espécie.

Entre as décadas de 1930 e 1960 pouco se discutiu acerca do “ensino de ciências” no Brasil. Não por acaso, após os anos 1960 a ciência adquiriu grande importância em decorrência das mudanças de ordem política e econômica ocorridas após a Segunda Guerra Mundial, desencadeando a valorização da Ciência e da Tecnologia. A repercussão dos projetos visando à formação de uma elite para a conquista do espaço pelos americanos refletiu no Brasil por meio de uma série de movimentos como, por exemplo, a Alfabetização Científica, a História e Filosofia da Ciência e a Ciência para Todos.

O primeiro grande passo foi a reforma na Lei de Diretrizes e Bases da Educação, como nos conta Krasilchik (2000):

A Lei 4.024 - Diretrizes e Bases da Educação, de 21 de dezembro de 1961, ampliou bastante a participação das ciências no currículo escolar, que passaram a figurar desde o 1º ano do curso ginasial. No curso colegial, houve também substancial aumento da carga horária de Física, Química e Biologia (KRASILCHIK, 2000, p. 86).

Krasilchik (2000) ainda relata que, da perspectiva de um ensino de ciências visando a formação de cientistas, a LDB seguinte, de 1971 pós-golpe militar, priorizou o ensino técnico, modificando novamente o currículo. Somente na LDB de 1996 o ensino de ciências passou a ser visto como uma formação humana, profissional, científica e crítica. Portanto, a inserção ou deleção de conteúdos de Ciências e de Biologia do ensino, principalmente o básico e público, esteve estreitamente relacionada com esses fatores históricos, políticos, econômicos e sociais.

A nova disciplina da década de 1960, após LDB/1961 viria a se chamar “Iniciação às Ciências”, e, segundo Castillo (1962), agrupava as disciplinas da área de ensino de Ciências antes denominada por vários outros termos, como mencionamos anteriormente. Esta disciplina, como apontou o autor, compõe-se dos clássicos assuntos já trabalhados. “Tudo gira em torno do homem, quer no estudo dele propriamente, quer no estudo do ambiente em que

vive, quer no estudo das formas de energia que utiliza” (CASTILLO, 1962, p. 67-68). Assim como nas primeiras décadas do século XX, as disciplinas desse novo programa para o “ensino de ciências” travavam das plantas e suas utilidades para o homem, sua anatomia e fisiologia. Já o estudo dos animais “será feito em torno da participação, boa ou má, que os animais têm na vida do homem” (CASTILLO, 1962, p. 80). Desse modo, os animais são classificados em vertebrados e invertebrados, macroscópicos e microscópicos, são estudados também alguns aspectos de seu habitat, nascimento e alimentação. Nenhuma noção evolutiva é mencionada.

Após a LDB 9394/96, eixos ou áreas do conhecimento, entre elas a de “ciências da natureza”, organizaram o currículo brasileiro seguindo os Parâmetros Curriculares Nacionais. Especificamente nos PCN’s de Ciências Naturais de 1997 é possível ver os conteúdos de classificação dos seres vivos e evolução sendo contemplados.

O texto atualiza o leitor dos principais eventos e das mudanças ocorridas na História Natural citando entre elas, a Teoria da Evolução e seu papel unificador na biologia. Caberia ao primeiro ciclo do ensino “utilizar características e propriedades de materiais, objetos, seres vivos para elaborar classificações” (PCNs, 1997, p. 47), não apontando o ensino de nenhum sistema classificatório em específico. Já a evolução, apesar de contextualizada, não é apontada como objetivo e conteúdo do ensino e, quando a palavra é usada, é como sinônimo de mudanças, como destaca-se no trecho a seguir:

[...] a Ecologia estuda as relações de interdependência entre os organismos vivos e destes com os componentes sem vida do espaço que habitam, resultando em um sistema aberto denominado ecossistema. Tais relações são enfocadas nos estudos das cadeias e teias alimentares, dos níveis tróficos (produção, consumo e decomposição), do ciclo dos materiais e fluxo de energia, da dinâmica das populações, do desenvolvimento e evolução dos ecossistemas (PCNs, 1997, p. 36 - destaque nosso).

Nos PCN’s para o ensino médio (2000), na área de ciências da natureza sequer são comentados qualquer um desses conhecimentos. No entanto, dois anos após aquele documento, um novo PCN voltado para o ensino médio (PCNEM +, 2002) dá grande visibilidade não apenas à ideia de evolução como conhecimento, como à grande área de conhecimento: Evolução. O documento faz uma crítica à ênfase na classificação pautada na anatomia e fisiologia em que “os animais (e os vegetais) são abstraídos de seus ambientes e as interações que estabelecem com outros seres vivos, geralmente, são ignoradas” (PCNEM +, 2002, p.35). Assim, a classificação passa a ser reconhecida para compreender a biodiversidade e as “categorias taxonômicas reconhecidas atualmente” (PCNEM +, 2002,

p.48) são apontadas como de necessário conhecimento ao aluno. Nesse mesmo documento, aponta-se como objetivo de ensino-aprendizagem tanto o trabalho na perspectiva dos cinco reinos, como na da filogenética:

- Reconhecer as principais características de representantes de cada um dos cinco reinos, identificando especificidades relacionadas às condições ambientais.
- Construir árvores filogenéticas para representar relações de parentesco entre diversos seres vivos (PCNEM +, 2002, p. 48 – destaque nosso).

Ainda, “Traçar as grandes linhas da evolução dos seres vivos a partir da análise de árvores filogenéticas” e “Construir a árvore filogenética dos hominídeos, baseando-se em dados recentes sobre os ancestrais do ser humano” (PCNEM +, 2002, p. 51 - destaques nosso). No entanto, em nenhum momento do documento se menciona o método que permitirá, aos professores e alunos, analisar e construir essas árvores, a Sistemática Filogenética.

Duas considerações são necessárias quanto a esse documento. Primeiramente, como será apontado na sequência, o documento divulgado na década de 2000 é reflexo da recente chegada do conhecimento filogenético às grandes universidades do Brasil. Em segundo lugar, o documento é extremamente equivocados em vários aspectos no que diz respeito à abordagem filogenética. Um dos equívocos: como se pode garantir a construção e interpretação de árvores filogenéticas por professores e seus alunos, dado que esse tema na formação inicial desses professores era extremamente recente e restrito aos grandes centros universitários? Outro equívoco: seria possível construir árvores filogenéticas sem as bases de seu próprio método, uma vez que em nenhum momento se menciona a Sistemática Filogenética? Ainda, quais “dados recentes” teria o professor a sua disposição sem ser aqueles anatômicos e fisiológicos criticados pelo documento para “construir a árvore filogenética dos hominídeos”? Assim, a proposta nos parece de todo equivocada, sem real conhecimento da Educação Básica para além de grandes centros universitários e sem considerar as condições formativas dos professores brasileiros.

Em 2006, nas Orientações Curriculares para o ensino médio, a evolução é defendida como eixo a percorrer todos os conteúdos de Biologia. Não há menção ao conteúdo classificação dos seres vivos explicitamente, e entendemos que esteja diluído em alguns dos temas estruturantes: 1) interação entre os seres vivos; 3) identidade dos seres vivos; e 4) diversidade da vida. Além disso, qualquer referência à filogenética foi retirada desta versão. De 2006 até o presente, as pequenas variações a esses eixos são vistas nos documentos

orientadores dos Estados ou Municípios, de modo independente e, de forma mais unificadora, por meio dos Livros Didáticos distribuídos pelo Programa Nacional (PNLD). São eles que, ao chegarem de forma massiva às inúmeras salas de aula do Brasil, atualizam (ou não) professores e alunos sobre alguns dos conhecimentos biológicos.

Observamos, portanto, nesta seção, que as mudanças na taxonomia não repercutiram no ensino brasileiro ao mesmo tempo em que ocorreram. Ao contrário, vimos que nas primeiras décadas do século XX ainda ensinávamos classificações dos seres vivos (animais e vegetais) segundo uma lógica utilitária. Nem sequer cogitávamos o ensino da evolução como um dos conteúdos. Tópicos que vieram a aparecer apenas na última década do século XX na Educação Básica.

Não rastreamos esses conteúdos no Ensino Superior Brasileiro, mas algumas publicações como a de Amorim (2002) e várias pesquisas envolvendo a formação de professores nos sugerem que eles também tardaram a chegar aos formandos em Ciências e Biologia. O que suscita a questão: Como suprir o atraso dos conhecimentos biológicos na formação de professores e alunos em poucas décadas, fazendo com que eles abandonem conhecimentos “recém” chegados a sua formação, para alcançar as mais recentes correntes de pesquisa da Biologia nacional e internacional? No fundo, é isso que sugerem muitas das pesquisas que defendem o ensino da Sistemática Filogenética sem considerar outras variáveis.

5.2 A problemática da Sistemática Filogenética para o ensino da classificação biológica.

A menção à Sistemática Filogenética começa a surgir, no Brasil, por volta da década de 1990 quando alguns pesquisadores, entre eles Nelson Papavero e demais autores de clássicos livros da zoologia começam a ser traduzidos para o português. Naquele caso, Papavero vislumbrava divulgar uma série de obras publicadas na década e que tratavam dos problemas com as categorias na mesma medida em que propunha um novo método de nomenclatura para a perspectiva sistemática filogenética. Acreditamos que tenha sido Papavero, o pesquisador que inseriu Hennig na literatura biológica brasileira, especificamente no contexto da Universidade de São Paulo, como sugere seu prefácio (PAPAVERO, 1994).

Na década seguinte, outra obra clássica foi publicada por Amorim (2002). Nela, o leitor tem um panorama geral da História da Taxonomia e é introduzido ao método de Willi Hennig. Nessa mesma época, entre os anos de 2000 a 2010, inicia-se uma série de publicações acerca da importância do Ensino de Biologia pautado na Sistemática Filogenética, entre elas a

de Raw (2003), Amorim (2008), Santos e Calor (2008), Lopes, Ferreira e Stevaux (2008), entre dezenas de outros autores.

Essas publicações defendem a Sistemática Filogenética no ensino de biologia pautadas em diferentes pesquisas como:

1. na análise do conteúdo Sistemática Filogenética em livros didáticos (ROMA; MOTOKANE, 2007; SANTOS; ARAÚJO-DE-ALMEIDA; CHRISTOFFERSEN, 2010; LOPES; VASCONCELOS, 2012; ALBERTI; CASTANHO, 2014; CORDEIRO; MORINI, 2017);
2. em intervenções de ensino (GUIMARÃES, 2005; GOMES, 2015; TRINDADE, 2016);
3. na formação de professores e suas concepções acerca do tema filogenética (CASARIN, et al, 2006; JUSTINA; CALDEIRA, 2012; MIANI; BRANDO; CALDEIRA, 2014; RODARTE, 2015; RODARTE; SANTOS, 2016)
4. no ensino-aprendizagem da filogenética na Educação Básica (ALMEIDA; ARAÚJO; TORRES, 2007; LOPES, 2008; OLIVEIRA; SILVA, 2010; CARVALHO, et al, 2012; SANTOS; KLASSA, 2012; SILVA, et al, 2013; ROCHA, DUSO; MAESTRELLI, 2013; SERPA, et al, 2015; LIPORINI, 2016)

Nenhum trabalho, até o momento, pesquisou como os cursos de formação de professores de Ciências e Biologia, no Brasil, ensinam (e se ensinam) a Sistemática Filogenética em seus conteúdos. Inclusive, o conteúdo é sugerido para ser um curso de especialização (RODARTE, 2015), assim como também apontou dois de nossos pesquisados durante o curso de formação continuada a ser discutido no capítulo seguinte. Isso se mostra equivocado, pois na medida em que as inúmeras pesquisas apontadas anteriormente têm como alvo final a Educação Básica e seus professores, supõe-se que a universidade está conseguindo suprir a demanda por esta formação. Contudo, isso não é verídico, dado que algumas dessas pesquisas, ao investigarem professores formados há menos de três décadas, demonstram não terem visto em sua graduação a Sistemática Filogenética, quando muito, alegam ter apenas noções acerca dela²⁶. Desse modo, paralelamente a necessidade de que livros didáticos contenham a filogenética para que os professores trabalhem com essa abordagem em suas aulas não seria também imprescindível que cursos de formação inicial em Ciências Biológicas trabalhassem sob essa perspectiva teórico-metodológica? Aí se encontra a

²⁶ Ver pesquisas supracitadas no item 3, formação de professores e suas concepções.

primeira problemática. Desconhecemos como os próprios professores universitários tratam da classificação dos seres vivos, tendo em vista as recentes mudanças como à proporcionada pela Sistemática Filogenética.

O segundo problema incide sobre algo já comentado na seção anterior. O Ensino de Ciências, no Brasil, encontra-se atrasado em aspectos imprescindíveis para o entendimento das Ciências Biológicas, como por exemplo, a evolução e seu papel na classificação biológica. Essa noção permitiria que o processo de classificação fosse transposto naturalmente de um sistema não evolutivo, o lineano, para o filogenético. Mas a própria evolução ainda é ensinada como conteúdo isolado, dificultando essa integração.

Por fim, a terceira e última problemática que consideramos quanto ao ensino da Sistemática Filogenética é ainda mais relevante. A efervescente defesa da filogenética no ensino é, em grande medida, em prol ao uso de cladogramas e árvores filogenéticas, para que delas possam ser interpretadas relações evolutivas rompendo com ideias lineares no surgimento das espécies. Essa defesa, embora justa, é superficial, pois sugere o desconhecimento do método.

A Sistemática Filogenética não é uma mera abordagem para o Ensino de Ciências e Biologia. Não é apenas uma forma de representar a diversidade e também não substitui o entendimento da evolução, pelo contrário, depende dela.

A Sistemática Filogenética é um método das áreas taxonômicas e sistemáticas, construída sobre as bases da evolução. Ela mobiliza característica em diversos níveis, sejam anatômicos, fisiológicos, ecológicos, genéticos, entre outros. É o teste das relações entre os indivíduos com base nessas características é que geram a representação. Portanto, uma árvore filogenética não é única, muito menos neutra. Ela é a representação de um pesquisador, segundo as hipóteses e dados que testou. Assim, ao apresentar “apenas” cladogramas ou árvores filogenéticas para serem interpretadas no ensino, como figuras neutras, imutáveis e descontextualizadas, cai-se no mesmo reducionismo que tentamos combater há décadas na ciência.

Defendemos que a Sistemática Filogenética deva ser ensinada como um método de compreender o mundo, que é mutável, individual e que representa apenas uma hipótese do parentesco evolutivo entre as espécies. Defendemos, portanto, que professores sejam ensinados a construir árvores filogenéticas simples, e a interpretá-las com as ferramentas evolutivas e conceitos do próprio método. Por fim, defendemos que a Sistemática Filogenética na Educação Básica seja o método que integre o ensino de diversos conteúdos desfragmentando o ensino e trazendo a evolução como argumento explicativo dos fenômenos.

CAPÍTULO VI METODOLOGIA

Apresentamos neste capítulo o percurso que contemplou a metodologia de constituição e análise de dados amparada pelos pressupostos da abordagem qualitativa.

Para Flick (2009), entre as características inerentes à pesquisa qualitativa está a procura por “entender, descrever e, às vezes, explicar os fenômenos sociais”. Ou seja, a pesquisa qualitativa busca “esmiuçar a forma como as pessoas constroem o mundo à sua volta, o que estão fazendo ou o que está lhes acontecendo em termos que tenham sentido e que ofereçam uma visão rica” do fenômeno em estudo (FLICK, 2009, p. 8).

Neste sentido, revisar ideias, ideologias e polêmicas de um determinado contexto histórico, tal como fizemos no resgate histórico para compor o aspecto teórico deste trabalho, constitui-se também características da abordagem qualitativa da pesquisa (DEMO, 2000). Em nossas intervenções com professores, assumimos como pressuposto que as palavras, orais ou escritas, enquanto materialidades do pensamento perpassam por significados (VYGOTSKY, 1987) e são resultados intrínsecos do contexto em que são produzidas as estruturas sociais (BAKHTIN/VOLOCHÍNOV, 1990).

Ao delimitarmos a metodologia desta pesquisa interessou-nos a possibilidade de compreender uma realidade que não pode ser quantificada, que “[...] trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos [...]” (MINAYO, 1994, p. 21-22). Para isso a palavra, constitui-se objeto profícuo para a compreensão dos significados existentes na “estrutura cognitiva dos sujeitos” e em suas interações sociais (NOGUEIRA, 2001, p.20), objetos de análise a partir de sua enunciação pelos sujeitos, participantes da pesquisa.

6. 1 Questões norteadoras e objetivos da pesquisa.

Um crescente número de pesquisas no Brasil tem associado a fragmentação do ensino de Ciências e de Biologia à falta de abordagem dos conteúdos sob uma perspectiva evolutiva (SANTOS; CALOR, 2007; SANTOS, 2008; OLIVEIRA, et al, 2011; SANTOS; KLASSA, 2012; LOPES; VASCONCELOS, 2012; LIPORINI, 2016). Nessas pesquisas, a evolução é defendida como eixo integrador do ensino de conteúdos biológicos.

Mais recentemente, especificamente a partir do século XXI, alguns trabalhos, cerca de três dezenas deles (LIPORINI, 2016), têm defendido o uso de árvores filogenéticas ou precisamente o conteúdo de filogenética no ensino de conteúdos biológicos (GUIMARÃES, 2005; SANTOS; CALOR, 2007; ALMEIDA; ARAÚJO; TORRES, 2007; SANTOS, 2008; OLIVEIRA, et al, 2011; SANTOS; KLASSA, 2012; LOPES; VASCONCELOS, 2012; SILVA, et al, 2013; SOUZA, et al, 2014; SANTOS, 2014; RODARTE, 2015; SERPA, et al, 2015; LIPORINI, 2016; RODARTE; SANTOS, 2016). Segundo esses autores, a evolução, parte inerente da perspectiva filogenética, permitiria romper com a interpretação fragmentada acerca da biodiversidade.

Entre essas pesquisas, defende-se a inserção de árvores filogenéticas ou cladogramas em livros didáticos bem como sua melhor contextualização; propõem-se materiais didáticos para o tratamento da filogenia na Educação Básica e Superior; constata-se a dificuldade de professores e alunos frente atividades de cunho filogenético e, entre outras coisas, argumenta-se a necessária formação inicial e continuada de professores dentro do conteúdo de sistemática filogenética, dada a flagrante carência constatada em pesquisas. Aponta-se ainda, a falta de trabalhos que demonstrem como professores veem o ensino deste conteúdo, bem como a análise do potencial de cursos formativos sob essa temática na prática pedagógica de professores.

Acrescentamos a esses trabalhos a percepção que ainda falta na formação tanto inicial quanto continuada de licenciandos e bacharéis em Ciências Biológicas, o conhecimento acerca da História da Classificação de maneira crítica, o que significa, por exemplo, revisar entendimentos sobre a clássica classificação lineana, repleta de interpretações equivocadas, e o conhecimento da Sistemática Filogenética como teoria e método para a compreensão da diversidade de seres vivos, e não apenas como abordagem que pode contribuir com diminuição da fragmentação no ensino.

Para tal, tivemos como objetivo central analisar na prática pedagógica de professores de Ciências e de Biologia o reflexo das mudanças epistemológicas existentes no contexto histórico e metodológico da classificação biológica e, como objetivos específicos, investigar como professores formadores reconhecem as diferenças entre os sistemas classificatórios na Biologia, bem como identificar a apropriação e emprego do método sistemático filogenético por professores de Ciências e de Biologia em situações de ensino.

Estes objetivos nos permitiram discutir sobre as limitações e possibilidades da Sistemática Filogenética como teoria e método no ensino de Ciências e de Biologia.

6.2 Sujeitos da Pesquisa.

Esta pesquisa contou com duas etapas de constituição de dados: uma primeira etapa em que onze (n=11) professores/pesquisadores formadores do Ensino Superior, atuantes em campos específicos da Biologia, responderam a um questionário; e, posteriormente, uma segunda etapa na qual, inicialmente, um total de treze (n=13) professores de Ciências e Biologia da Educação Básica participaram de um Curso de Formação Continuada.

Na sequência, narramos detalhadamente como ocorreu a escolha dos sujeitos desta pesquisa e no próximo item, a constituição dos dados.

A primeira etapa da coleta de dados foi realizada mediante o envio por e-mail de questionários autoaplicados via plataforma *Google Forms* a uma amostragem aleatória de 42²⁷ taxonomistas, sistematas, ecólogos, entre outros pesquisadores de campos específicos da Biologia em todo país (escolhidos segundo sua área de atuação com alguma temática taxonômica dentro da Biologia e participantes da rede de contatos da coleção ictiológica da Universidade Estadual de Maringá - UEM, pertencentes a diferentes instituições públicas de ensino superior em todo o país).

Foram devolvidas automaticamente 11 respostas a estes questionários. Embora se constitua uma baixa amostragem, convém destacar que “a pesquisa qualitativa não se baseia no critério numérico para garantir sua representatividade”, estando na abrangência de descrição dos fenômenos investigados sua importância (MINAYO, et al, 2002, p. 43).

Dos 11 sujeitos pesquisados, cinco declararam-se taxonomistas, um sistemata, dois ecólogos e os demais com experiência em biodiversidade. Portanto, todos com, no mínimo, mestrado, estando seis atuando como professores do ensino superior e cinco como pós-graduandos. Esses sujeitos representam os estados brasileiros do Paraná (40%), Pará (20%), Minas Gerais (20%), São Paulo (10%) e Rio de Janeiro (10%), sendo que um dos sujeitos não informou sua localidade (QUADRO 3).

²⁷ O número de profissionais que tiveram acesso ao questionário pode ter sido maior, visto que contamos com o auxílio da divulgação por pesquisadores de grandes centros como do INPA-Manaus e do museu do Rio de Janeiro – MNRJ.

Quadro 3-Perfil dos pesquisados.

PESQUISADO²⁸	FORMAÇÃO	ATUAÇÃO PROFISSIONAL	ÁREA DE ATUAÇÃO	LOCALIDADE
E₁	Mestrado	Pós-graduando pesquisador	Taxonomia de peixes neotropicais de água doce	Minas Gerais (MG)
E₂	Doutorado	Professor (a)- Pesquisador (a) Magistério Superior	Sistemata	Paraná (PR)
E₃	Doutorado	Professor (a)- Pesquisador (a) Magistério Superior	Ecologia e comportamento	Pará (PA)
E₄	Doutorado	Professor (a)- Pesquisador (a) Magistério Superior	Taxonomia de heterópteros aquáticos	Minas Gerais (MG)
E₅	Doutorado	Professor (a)- Pesquisador (a) Magistério Superior	Fitoplâncton	Pará (PA)
E₆	Doutorado	Professor (a)- Pesquisador (a) Magistério Superior	Ecólogo	Paraná (PR)
E₇	Mestrado	Pós-graduando pesquisador	Taxonomista	Paraná (PR)
E₈	Mestrado	Pós-graduando pesquisador	Taxonomista de peixes neotropicais	Paraná (PR)
E₉	Mestrado	Pós-graduando pesquisador	Taxonomia	São Paulo (SP)
E₁₀	Mestrado	Pós-graduando pesquisador	Taxonomista de peixes	Não informada
E₁₁	Doutorado	Professor (a)- Pesquisador (a) Magistério Superior	Biodiversidade de Peixes	Rio de Janeiro (RJ)

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

A segunda etapa da coleta de dados foi realizada durante um Curso de Formação Continuada, oferecido a professores de Ciências e Biologia da Educação Básica por meio de um projeto extensionista em parceria com a Superintendência Estadual de Educação (SEE) do município de Uberaba-Minas Gerais²⁹.

O curso, inicialmente previsto para acontecer em abril de 2017, durante 8 semanas (todas as quintas-feiras no período vespertino, das 13:00 às 17:00 horas no campus I da Universidade Federal do Triângulo Mineiro- UFTM), totalizaria uma carga horária de 32 horas com certificação mediante participação mínima de 70%. A divulgação foi feita pela SEE de Uberaba via e-mail institucional contendo o folder da proposta (APÊNDICE 1) a

²⁸ Ordenação conforme o registro de respostas recebidas de cada pesquisado à plataforma *Google Forms* dentro do prazo estipulado, sendo E₁₁ o último a responder.

²⁹ Local de residência e atuação profissional da pesquisadora.

todas as escolas com oferta dos níveis de Ensino Fundamental II e Ensino Médio. Portanto, o curso foi divulgado a um total de 100 instituições públicas de ensino, atendidas pela Superintendência em Uberaba e cidades próximas. A oferta do curso foi gratuita e a inscrição poderia ser realizada por formulário eletrônico (Google Forms). Foram ofertadas 20 vagas para a participação no curso. Inscreveram-se sete professores e, na data marcada para o início das atividades, compareceram apenas dois sujeitos.

Três fatores podem ter contribuído com a baixa procura dos professores ao curso: i) o dia da semana escolhido para a realização dos encontros, quintas-feiras; ii) o indicativo de greve da categoria no Estado; e, iii) o número de feriados e recessos do mês de abril/2017. Posteriormente, avaliamos que a realização de atividades a este público em dias da semana era inapropriada, pois muitos professores estariam em aula em suas respectivas escolas, não conseguindo realizar a troca da grade com outro colega ou mesmo transitando entre escolas diferentes da cidade para completar a carga horária. Assim, um professor que ministrasse aulas no período matutino, mesmo que tivesse a tarde livre, dificilmente conseguiria participar de um curso com início às 13 horas, devido a problemas logísticos no município, entre outros motivos de cunho pessoal como acompanhamento de filhos pequenos até a escola etc. No início do mês de abril também ocorreu o indicativo de greve da categoria docente em todo Estado de Minas Gerais, efetivando-se na segunda quinzena, o que também pode ter afastado os professores da participação do curso em detrimento de formações de comitês de greve. Por fim, abril também contou com pelo menos cinco feriados distribuídos em três semanas consecutivas, o que causou o recesso de sextas-feiras e, portanto, pode ter afugentado os professores.

Como alternativa a esses problemas e, com ajuda da SEE, replanejamos o curso para acontecer aos sábados pela manhã (das 8:00 às 12:00 horas), mantendo o mesmo número de encontros, carga horária e local de realização. O novo cartaz (APÊNDICE 2) foi divulgado pela Superintendência para as mesmas escolas cujo perfil já foi mencionado, solicitando-se, contudo, a representação de seus respectivos professores de Ciências e Biologia. Nesta segunda tentativa, o curso aconteceria entre os meses de maio e julho/2017, tempo mais que necessário aos oito encontros, mas que foi optado devido aos feriados municipais e recessos que fechariam o local escolhido para sua realização em semanas alternadas. A mudança foi acertada, embora consideremos que a solicitação da SEE pela representação de cada escola tenha tido fator de autoridade no processo. Obtivemos 32 inscritos, sendo duas dessas inscrições de pessoas não atuantes em escolas, mas com contato com as pesquisas

desenvolvidas pelo professor convidado também ministrante do curso. Compareceram para o primeiro encontro 13 pessoas e o curso finalizou com a frequência assídua de cinco cursistas.

Portanto, participaram do Curso de Formação Continuada que teve início em seis de maio de 2017, a princípio, 13 sujeitos, sendo 11 professores atuantes, um deles de Química e os demais das disciplinas de Ciências e Biologia, uma professora recém-formada e uma estudante de licenciatura, ambas de Ciências Biológicas (QUADRO 5). Com exceção dos professores participantes do curso, para os quais criamos nomes fictícios para garantir o sigilo de suas identidades, os demais participantes da pesquisa por meio de suas respostas ao questionário foram referenciados conforme a seguinte legenda:

Quadro 4- Legenda para identificação dos sujeitos da pesquisa.

Símbolo	Descrição
P. Mod.	Pesquisadora / Moderadora.
E _n	Pesquisados (Ensino Superior), sendo _n correspondente à ordem de resposta ao questionário.
PC	Professor Convidado.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Destacamos ainda que a constituição dos dados ocorreu somente após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 3) por todos os sujeitos, ao aceitarem voluntariamente participar da investigação. Esta pesquisa encontra-se aprovada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) sob o protocolo de n.º. 61656316.1.0000.0104.

Quadro 5- Perfil dos participantes do Curso de Formação Continuada.

PESQUISADO³⁰	FORMAÇÃO INICIAL	ANO DE FORMAÇÃO	ATUAÇÃO PROFISSIONAL	DISCIPLINAS MINISTRADAS
BÁRBARA	Licenciatura Ciências Biológicas	2017	não atua	-
IVAN	Licenciatura Ciências Biológicas	2010	Ensino Fundamental II, Ensino Médio (Educação Pública)	Ciências, Biologia
FABÍOLA	Licenciatura Ciências Biológicas	2006	Ensino Fundamental II (Educação Pública)	Ciências
LAÍS	Licenciatura Ciências Biológicas	em andamento	não atua	-
ANNA	Licenciatura Ciências Biológicas	não informou	Ensino Fundamental II (Educação Pública)	Ciências
MAURA	Licenciatura em Química	não informou	Ensino Médio (Educação Pública)	Química
PAULA	Licenciatura Ciências Biológicas	2017	Ensino Fundamental II (Educação Pública)	Ciências
CLEO	Licenciatura Ciências Biológicas	não informou	Ensino Fundamental II, Ensino Médio (Educação Pública)	Ciências, Biologia
JOANA	Licenciatura Ciências Biológicas	2000	Ensino Fundamental II (Educação Pública)	Ciências
RICARDO	Licenciatura Ciências Biológicas	2012	Ensino Fundamental II, Ensino Médio (Educação Pública)	Ciências, Biologia
SOLANGE	Licenciatura Ciências Biológicas	2007	Ensino Fundamental II, Ensino Médio (Educação Pública)	Ciências, Biologia
VALDO	Licenciatura Ciências Biológicas	2007	Ensino Fundamental II, Ensino Médio (Educação Pública)	Ciências, Biologia
ALISSON	Licenciatura em Ciências	2006	Ensino Fundamental II (Educação Pública)	Ciências

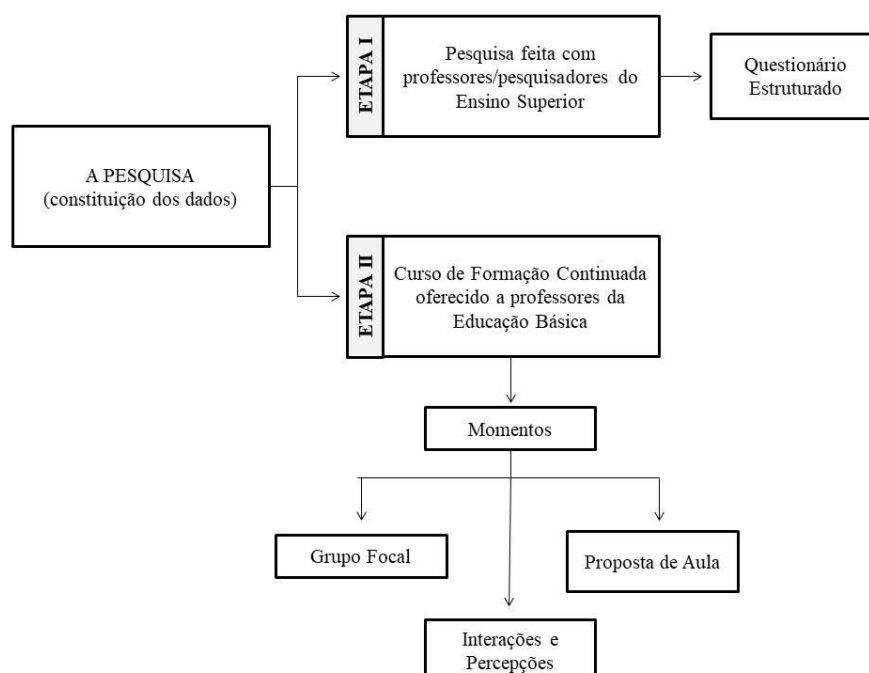
Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

³⁰ Nomes fictícios.

6.3 A constituição dos dados.

Os elementos para a constituição dos dados foram preparados entre o segundo semestre de 2016 e o primeiro semestre de 2017, conforme as duas etapas anteriormente mencionadas e ilustradas no esquema a seguir:

Figura 17- Etapas da constituição de dados.



Fonte: Elaborada pela pesquisadora.

Para a realização da primeira etapa, construímos um questionário estruturado, composto por oito questões abertas, além do levantamento de dados adicionais acerca do perfil dos participantes (APÊNDICE 4).

As questões, norteadas pela literatura, tinham como direcionamentos o fato de que, apesar da Teoria da Descendência de Darwin ser refletida nas classificações naturais, uma vez que demonstra as relações de parentesco, observa-se que no Ensino de Ciências e Biologia há uma constante ênfase no sistema de categorias lineana, não evolutivas (ARAÚJO-DE-ALMEIDA et al, 2009), delimitando rigidamente as características dos seres vivos. Diferentemente e “Intimamente ligada à teoria da evolução”, teoria e método, a Sistemática Filogenética seria considerada como “o paradigma contemporâneo no campo da taxonomia e sistemática biológica” (SANTOS; KLASSA, 2012, p. 594; ARAÚJO-DE-ALMEIDA et al, 2009). Ela teria não apenas causado uma revolução na biologia

(SANTOS, 2008; TERRA, 2010; SCHMITT, 2010), mas sido a própria revolução (AMORIM, 2002). Desse modo, o surgimento da cladística teria possibilitado “soluções mais claras e objetivas aos problemas classificatórios”, afirma Santos (2008, p. 195-196). Desse modo, questionamos: Seria a filogenética, de fato, uma ruptura à classificação anterior ou apenas uma continuidade? Como professores e pesquisadores do Ensino Superior percebem essas mudanças?

Sendo assim, as questões versavam sobre dois eixos temáticos, o primeiro a respeito do Ensino da Classificação, composto por 6 questões e o segundo, sobre o aspecto da História e Natureza da Ciência Classificatória, composto por 2 questões como segue:

- *Eixo I* - 1) Qual classificação dos seres vivos é considerada mais adequada e por quê; 2) O que explica a existência de propostas classificatórias distintas; 3) Como se tem discutido as diferentes classificações no ensino superior; 4) Se há diferenças no ensino de classificações nas diferentes etapas da educação; 5) Qual classificação é mais adequada para ser ensinada; 6) Como a formação docente deve abordar o tema classificação dos seres vivos;

- *Eixo II* - 1) Existência de ruptura entre os sistemas classificatórios de Lineu e Hennig; e, 2) O que explica o uso das categorias hierárquicas lineanas no ensino de ciências atualmente.

A aplicação desse questionário aos sujeitos anteriormente descritos foi realizada por meio eletrônico (autoaplicado) com auxílio da plataforma *Google Forms*, anexado juntamente com o TCLE. O envio dos questionários eletrônicos para o e-mail dos pesquisados ocorreu em novembro de 2016 e o recebimento de respostas deu-se entre os meses de novembro/2016 a fevereiro/2017.

A segunda etapa, por sua vez, consistiu no planejamento e execução de um Curso de Formação Continuada. Intencionava-se que, ao mesmo tempo em que fornecesse elementos teóricos acerca da Sistemática Filogenética, o curso possibilitasse sua aplicação no ensino de Ciências e de Biologia fazendo uso de práticas, materiais e linguagem acessíveis de modo que nosso objetivo nesta intervenção foi identificar a apropriação e emprego do método sistemático filogenético por professores de Ciências e de Biologia em situações de ensino.

A proposta surgiu da necessidade, observada na literatura, de conhecimento sobre o tema: Sistemática Filogenética, por professores em atuação, bem como das carências de

tratamento deste tema no ensino de Ciências e Biologia, conforme outrora mencionado. Rodarte e Santos (2016) acrescentam ainda que:

Embora a opinião dos professores seja um indicativo do potencial de um curso de formação continuada para os mesmos no objetivo de atualizar o ensino de biologia (que ainda se utiliza de métodos artificiais e desatualizados na classificação dos seres vivos), a real eficácia de tal método ainda não é conhecida e é improvável que possa ser de fato observada ou mensurada de forma muito objetiva (RODARTE; SANTOS, 2016, p. 78-79).

Aliado a isso, vimos a possibilidade de diagnosticar o entendimento que esses professores demonstraram sobre o tema, pois “nota-se que nenhuma das pesquisas [até então existentes na literatura] evidencia o que os docentes de Biologia pensam sobre o ensino de Sistemática e Taxonomia Biológica, sobretudo como realizam as suas aulas e quais as estratégias didáticas utilizadas” (LIPORINI, 2016, p. 75).

Portanto, visando suprir algumas das lacunas apontadas na literatura, o curso de caráter extensionista intitulado: *A classificação dos seres vivos na história e na escola*, teve como objetivo propiciar o conhecimento acerca das mudanças ocorridas na classificação dos seres vivos e a aprendizagem sobre como construir e interpretar árvores filogenéticas, de modo a contribuir com a prática pedagógica dos professores.

Quadro 6- Cronograma das atividades realizadas.

ENCONTRO	DATA 2017	ATIVIDADES/CONTEÚDOS	Nº INSCRITOS	PARTICIPANTES
1*	06/04	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo Focal; • Leitura/discussão do Texto “História da Classificação Biológica” (APÊNDICE 5) ; 	7	2
1	06/05	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão o que é Classificação biológica; • Prática e Apresentação de Classificação/Taxonomia; 	32	13
2	13/05	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura/discussão do Texto “História da Classificação Biológica”; • Teoria da Endossimbiose; • 6 Reinos; • Noções de Ecologia de Populações; • Prática de Distribuição Populacional; 	32	9
		<ul style="list-style-type: none"> • Continuação da Prática de Distribuição Populacional; 		

3	27/05	<ul style="list-style-type: none"> • Noções de Ecologia de Comunidades; • Princípios de Sistemática Filogenética aplicada a biogeografia; • Prática de Biogeografia aplicada à interpretação de cladogramas; 	32	8
4	03/06	<ul style="list-style-type: none"> • Ensino de Biologia Evolutiva; • Noções de Genética e Evolução; • Aula prática - Jogo da Seleção Natural; 	32	7
5	24/06	<ul style="list-style-type: none"> • Aula prática - Jogo da Seleção Natural; • Especiação; 	32	6
6	01/07	<ul style="list-style-type: none"> • Método sistemático filogenético; • Prática- análise e construção de cladogramas; 	32	6
7	08/07	<ul style="list-style-type: none"> • Prática- coleta, identificação, construção e análise de cladogramas; 	32	5
8	15/07	<ul style="list-style-type: none"> • Proposta de Aula (apresentação dos participantes); • Confraternização final. 	32	5

* Primeira tentativa de realização do curso.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

O planejamento e execução do referido curso se deu a partir da parceria interdisciplinar da pesquisadora com um professor doutor, especialista em ecologia, taxonomia e sistemática de peixes de água doce, atuante também na formação de professores do município de Uberaba-Minas Gerais. Conforme mencionado, o curso foi realizado em 8 encontros com duração de quatro horas cada. Em cada encontro, uma temática foi discutida e atividades práticas, simulações e investigações foram realizadas assim como discussões acerca de como inserir o conteúdo na prática de ensino.

A sequência de conteúdos (QUADRO 6) com que conduzimos as atividades foi planejada conjuntamente com o professor convidado e justifica-se a partir de duas perspectivas. Primeiramente, salvo algumas exceções, como a inclusão da História da Ciência e de discussões voltadas ao ensino, os conteúdos escolhidos fazem parte do planejamento deste professor para aulas ministradas a graduandos de Ciências Biológicas licenciatura e bacharelado. Em segundo lugar, chegamos ao consenso de que não há sentido o professor aprender a trabalhar com árvores filogenéticas sem saber como são construídas, como são interpretadas e, antes disso, que conhecimentos são mobilizados para alcançar todo potencial interpretativo de um cladograma. Por esse motivo, foram resgatadas noções básicas de: ecologia de populações e de comunidades (o que é; visão orgânica; visão individualista; fatores ecológicos tais como dispersão, comportamento e fatores físicos e químicos); habitat; nicho; relações ecológicas; densidade e distribuição populacional; ensino de biologia evolutiva (homologia e analogia; seleção natural; seleção sexual; tempo e evolução; especiação [formas e modelos]); princípios da teoria da evolução (variação, hereditariedade e seleção); teorias da evolução (mutabilidade das

espécies, compartilhamento de ancestrais; variações dentro da espécie; evolução gradual e seleção natural); fluxo e recombinação gênica; ontogenia e filogenia; deriva gênica e 1ª Lei de Mendel;

Da mesma forma foram trabalhados: princípios de Sistemática Filogenética aplicada à biogeografia (placas tectônicas, evidências de separação das placas; barreiras biogeográficas; biogeografia e relações de similaridade); método sistemático filogenético (clado; simplesiomorfia, sinapomorfia; autapomorfia; grupo monofilético; grupo parafilético; grupo polifilético); homoplasia (paralelismo, convergência e reversão); grupo externo; grupo irmão; politomia; congruências e incongruências (princípio da parcimônia); matriz filogenética; cladograma; História da Classificação Biológica; Teoria da Endossimbiose (endossimbiose sequencial e reino Chromista); 6 reinos. Foram feitas também aulas práticas a fim de aplicar alguns dos conteúdos teóricos resgatados ou trabalhados, sempre considerado a possibilidade de replicação dessas práticas no contexto da Educação Básica.

Tendo o curso como contexto de pesquisa e como ações pedagógicas da pesquisadora para a constituição dos dados, três momentos foram estabelecidos:

a) uma sessão de Grupo Focal (GATTI, 2005; BARBOUR, 2009) com a duração de duas horas sendo realizadas no dia 06/04, dia da primeira tentativa de início do curso, a partir de um roteiro composto por 17 questões (APÊNDICE 6) feitas pela pesquisadora (moderadora) aos dois sujeitos participantes iniciais da pesquisa, auxiliada pelo professor convidado, ministrante do curso.

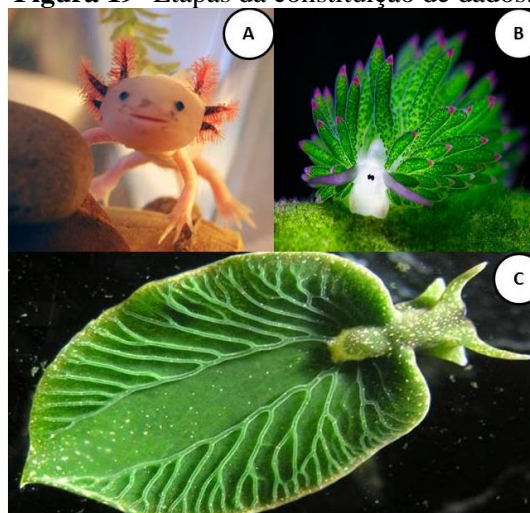
Para desencadear a interação entre os participantes, optamos por iniciar a sessão fazendo uso de uma atividade prática de classificação dos seres vivos dispostos em cartões com sua respectiva imagem e descrição das principais características (FIGURA 18), seguida da inclusão de fotos de outros seres vivos menos conhecidos como achalote (A), ovelha (B) e lesma do mar (C) (FIGURA 19).

Figura 18- Etapas da constituição de dados.



Fonte: GALANTE et al (2015).

Figura 19- Etapas da constituição de dados.



Fonte: Google Imagens, disponíveis em: (A) < <https://www.myessentia.com/blog/amazing-animals-the-adorable-regenerating-axolotl/> >; (B) < <https://hypescience.com/fotossintese-animal/> >; (C) < <http://brasiluniversodigital.blogspot.com.br/2013/08/a-lesma-do-mar-que-e-metade-animal-e.html> > Acesso em 06/12/2017.

É importante destacar que a sessão de Grupo Focal foi planejada contando com a participação dos sete inscritos inicialmente. A opção por manter os dados provenientes do Grupo Focal apenas com dois sujeitos se deve ao rico material de análise percebido nos discursos, de modo a complementar os dados subsequentes;

b) interações e percepções oriundas das intervenções da pesquisadora e professor convidado frente aos conteúdos trabalhados, texto lido e práticas realizadas ao longo dos 8 encontros;

c) solicitação de construção e apresentação de uma proposta de aula, conforme comando a seguir:

Quadro 7- Comando da atividade final do Curso de Formação Continuada

ATIVIDADE FINAL DO CURSO DE FORMACAO CONTINUADA: A CLASSIFICAÇÃO NA HISTÓRIA E NA ESCOLA
<p>Pensando em: <i>Como você trabalharia a classificação biológica com sua turma?</i></p> <p>Proponha uma pequena aula (máx. 15 minutos) de modo a explorar um aspecto, conteúdo ou grupo biológico de seu interesse. Não se esqueça de que a proposta da aula é ensinar a classificação. O método, abordagem e conteúdo a serem empregados são de sua inteira escolha e devem estar descritos e justificados no plano de aula a ser entregue no momento da apresentação contemplando também o público alvo (série) e os objetivos.</p> <p>A apresentação será em nosso último encontro dia 15 de julho.</p>

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Todos os momentos do curso de formação (Etapa II da constituição de dados) foram gravados em áudio e, assim como as respostas dos professores/pesquisadores aos questionários da Etapa I, transcritos na íntegra seguindo os principais sinais acordados para normatização brasileira (QUADRO 8).

Quadro 8- Normatização Brasileira para transcrição de falas.

Sinais	Normas para Transcrição
...	Indicação de pausas.
()	Indicar hipótese do que se ouviu.
(())	Inserção de comentários do pesquisador
::	Prolongamento de vogal ou consoante. Ex. “éh::”
/	Indicativo de truncamento de palavras. Ex. “o pro/ ... o procedimento”.
- -	Silabação. Ex. “di-la-ta-ção”
MAIÚSCULAS	Entonação enfática.
(_____)	Falas sobrepostas
[_____]	Falas simultâneas
N, I, S	Simultaneidade das diferentes linguagens (oral, escrita, gestual)

Fonte: Adaptado de < <http://www.concordancia.lettras.ufrj.br> >

6.4 Delimitação do *corpus* e análise dos dados.

Uma das características da pesquisa qualitativa é propiciar a compreensão dos fenômenos sociais em estudo (FLICK, 2009). Considerando que as palavras, discursos, bem como seus sentidos e significados, constituem fenômenos sociais (VYGOTSKY, 1987; BAKHTIN/VOLOCHÍNOV, 1990; MORAES; GALIAZZI, 2016), é condizente que se possam analisar essas “informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p.13) por meio de análises categoriais.

Como forma de delimitar o *corpus* de análise das respostas dos sujeitos pesquisados no que diz respeito ao questionário aplicado, foram agrupadas as questões um e dois de ambos os Eixos (I e II) do questionário por compreenderem o fenômeno em estudo de modo semelhante, tratando das mudanças classificatórias no âmbito da Biologia. Na mesma perspectiva, as questões três a seis do Eixo I também foram agrupadas durante a análise por tratarem da aplicação do conteúdo de classificação no ensino. Assim, no percurso analítico obtivemos inicialmente um total de 10 grandes categorias compostas pelas unidades de sentido e significado emergentes das respostas dos sujeitos ao questionário aplicado. Dessas categorias iniciais, categorias intermediárias surgiram reagrupando unidades de sentido e significado semelhantes e, por fim, quatro categorias finais puderam ser extraídas do *corpus* em análise, conforme Quadro 9 a seguir.

Quadro 9- Categorias emergentes das respostas dos pesquisados ao questionário aplicado.

CATEGORIAS FINAIS		DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	UNIDADES REPRESENTATIVAS DE SENTIDOS E SIGNIFICADOS EMERGENTES
A	Natureza da Ciência	Agrupar percepções históricas e epistemológicas sobre a classificação dos seres vivos, a taxonomia, a sistemática e as demais áreas na Biologia.	Visões de ciência; novos campos de pesquisa; abandono de ideias; acúmulo da ciência; paradigmas; visões de mundo; evolução das teorias; etc.
B	Método científico	Reúne visões de mundo pautadas no positivismo e na objetividade dos resultados.	Teste; comprovação; indução; validade; variáveis; rigor; precisão; estabilidade; objetividade; etc.
C	Sistemática Filogenética de Hennig	Agrega discursos que demonstram apropriação e uso do método Sistemático Filogenético e seus pressupostos teórico-metodológicos.	Grupos; caracteres; compartilhamento; parentesco; ancestralidade; eventos evolutivos; sinapomorfia; autapomorfia; monofilético; polifilético; filogenia; pressupostos; etc.
D	Critérios para abordar o conteúdo classificatório no ensino.	Os discursos aqui reunidos evidenciam percepções acerca das dificuldades e possibilidades no ensino da classificação biológica.	Didática; abordagem simplista; falta formação; ignorância; superficial; complexo; falta tempo; capacidade cognitiva; especialistas; aprofundamento; etc.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Observe que, embora as categorias B e C possam, aparentemente, versar sobre o mesmo assunto, as unidades de sentido e significado que emergiram das respostas dos pesquisados ao questionário emitem distinções claras. Enquanto a Sistemática Filogenética é apontada como método científico adequado para a classificação biológica na categoria C, na categoria B, os sentidos e significados representam o que os pesquisados concebem

como o método adequado, portanto, não estão falando apenas da Sistemática Filogenética, mas expressam percepções metodológicas acerca da ciência de modo geral que exibem visões de mundo positivistas.

Trechos significativos dos discursos constituídos durante os encontros 1*; 1; 2; 6; 7 e 8 do Curso de Formação Continuada também consistiram em nosso *corpus* de análise que, após transcritos, foram submetidos ao mesmo processo de unitarização, categorização inicial e intermediária até alcançarmos as categorias finais. Essas categorias, suas definições e unidades de sentido e significado emergentes dos discursos em análise são apresentadas no Quadro 10, a seguir, conforme o momento em que foram constituídas durante o curso. É importante ressaltar que não apenas palavras proferidas pelos pesquisados constituíram-se em unidades de sentido e significado, de modo que expressões e orações completas também foram consideradas.

Quadro 10- Categorias emergentes dos três momentos propiciados pelo Curso de Formação Continuada.

MOMENTO		CATEGORIAS FINAIS	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	UNIDADES REPRESENTATIVAS DE SENTIDOS E SIGNIFICADOS EMERGENTES NA CATEGORIA	
GRUPO FOCAL	A	A classificação como enquadramento dos seres vivos em categorias específicas <i>versus</i> a classificação dinâmica e questionável	Demonstra as concepções de professores e seus alunos sobre os critérios da classificação que ora são estanques e ora questionáveis.	Classificação visual, morfológica; seres que não se enquadram; características únicas; vírus onde encaixar; ser esquisito, diferente; dificuldade de classificar; distinguir seres; dinamismo da classificação.; etc.	
	B	O ensino da classificação e os aspectos inerentes à cultura escolar: um contexto de variáveis	Reúne as dificuldades de diferentes âmbitos exibidas pelos professores quanto ao ensino da classificação biológica.	Compreensão dos alunos; distância entre saber do professor e do aluno; desconhecimento de características básicas; não entendem conceitos; retomar conteúdos; complexo ensinar; falta tempo; livro desatualizado; etc.	
	C	Como a Sistemática Filogenética usa a evolução para explicar a classificação?	Agrega as noções isoladas acerca da evolução biológica e do desconhecimento acerca da Sistemática Filogenética demonstrando a falta de relação entre ambas.	Primo; parentesco; genealogia; ramo; mudanças no indivíduo; organismo muda; A dá origem a B; estruturas homólogas; surge coisa nova; adapta e passa aos descendentes; dificuldades na sistemática filogenética; etc.	
INTERAÇÕES E PERCEPÇÕES	1º MOMENTO	A	Aspectos da profissão docente	Evidencia percepções sobre a formação inicial e a identidade docente relacionando-se com aspectos da instituição escolar e do conhecimento a ser ministrado	Não tem cursos na licenciatura; dificuldade na taxonomia; gosto de ser professor; diretora obrigou; professor se apoia no livro didático; falta acesso à ciência; conhecimento não chega até a escola; etc.
		B	Classificar é...	Reúne discursos que assumem a perspectiva de que classificar é o movimento do concreto ao abstrato.	Organizar em classes; identificar o que é; reunir informações; caixas fechadas; conjuntos; lógica para classificar; comparar; regra; etc.
		C	A classificação inicia-se com a escolha de um critério	Agrupar noções de que os critérios classificatórios são principalmente morfológicos e visuais.	Parâmetro para classificar; ênfase na anatomia e fisiologia; função; semelhança; modo de vida; estruturas ajudam a entender; fungo encontra no cotidiano; etc.
		D	História e Natureza da Ciência	Demonstra concepções em transição sobre a Ciência como neutralidade e mutabilidade.	Lineu, pai da sistemática; não se fala autor; ciência estática; abandonar verdades; ciência verdade absoluta; etc.

2º MOMENTO	A	Apropriação dos aspectos principais da Sistemática Filogenética	Agrupa discursos que indicam apropriação e uso dos conceitos da Sistemática Filogenética.	Evidencia do lado direito aquele grupo que eu estou trabalhando; Macaco <i>tá</i> do nosso lado aqui; Pensei uma autapomorfia, a questão dos dedos opositores; etc.
	B	Emprego da evolução para a interpretação da Árvore Filogenética	Ilustra o uso de interpretações evolutivas em representações filogenéticas.	Macaco <i>tá</i> do nosso lado aqui, não está numa evolução nossa; Usaria uma escala temporal né, pra explicar porque; Se <i>tá</i> aqui é porque sofreu várias pressões de seleção evolutiva; etc.
	C	Movimentos de compreensão dos conceitos e interpretação da Árvore Filogenética	Demonstra discursos que sugerem processos de compreensão da Sistemática Filogenética.	Ah <i>tá</i> ; Grupo externo.; Fator externo; etc.
PROPOSTA DE AULA	A	Alternância de métodos de classificação.	Indica o uso alternado de diferentes perspectivas classificatórias durante situações de ensino.	Na aula passada, a gente viu sobre como construir uma matriz éh...éh... matriz filogenética e também cladograma; E agora a gente <i>tá</i> entrando nos reinos. Primeiro a gente vai trabalhar o reino plantae, das plantas, depois os animais; etc.
	B	Ênfase nos aspectos evolutivos, representações e interpretações da árvore Filogenética.	Reúne explicações evolutivas e interpretativas frente a representações filogenéticas utilizadas durante situações de ensino.	Com menos passos evolutivos ela conseguiu se manter; Autapomorfia? A gente vê que o B ele tem uma característica que surgiu só nele; etc.
	C	Reflexões.	Agrupa percepções, considerações e dificuldades demonstradas acerca do sistema classificatório a ser adotado em situações de ensino.	Eu fiquei pensando, eu trabalho Lineu? Eu trabalho a questão filogenética?; Eu criaria antes é uma hipótese; Como que eu iria trabalhar a classificação dos seres vivos depois que eu vi tudo, nos cinco reinos?; etc.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Tendo em vista o procedimento adotado para a análise dos dados nesta pesquisa, o caminho percorrido pode ser considerado uma análise categorial caracterizada, segundo Bardin (1977), pelas etapas de descrição, interpretação e inferência. Trata-se de uma análise antiga e que perpassa necessariamente pelo desmembramento do *corpus* em unidades que podem ser palavras, frases etc., e seu agrupamento e posterior reagrupamentos em categorias cada vez mais abrangentes. “A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamentos segundo o gênero com os critérios previamente definidos” (BARDIN, 1977, p. 119). Portanto, a análise categorial é responsável pela representação dos dados constituídos durante a pesquisa de modo a permitir *a posteriori* a compreensão mais ampla dos fenômenos.

Nesse sentido, nossa metodologia de análise se aproxima em grande medida da Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2016).

A ATD é uma abordagem analítica que se aproxima em alguns aspectos das clássicas metodologias de análise de discurso e de conteúdo. Entre as características da ATD estão: a descrição e o aprofundamento interpretativo visando a “reconstrução de significados a partir das perspectivas de uma diversidade de sujeitos envolvidos na pesquisa”; a compreensão dos fenômenos investigados “a partir dos sentidos mais imediatos e simples dos fenômenos que pesquisa”; “a superação da fragmentação dos fenômenos no sentido de captá-los em sua globalidade”; e talvez a mais importante de todas, o caráter “radicalmente qualitativ[o]” da ATD ao trabalhar com teorias emergentes dos próprios discursos em análise (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 164:181).

Assim, a análise na perspectiva da ATD perpassa necessariamente pelos seguintes pressupostos: a) desmontagem dos textos (desconstrução e unitarização); b) estabelecimento de relações (categorização); e c) construção do metatexto (descrição e interpretação). Na unitarização, unidades de sentido compostas por palavras, frases ou sentidos são separadas e codificadas de acordo com os objetivos da pesquisa. Desse modo, como parte de uma metodologia explícita que opta pela subjetividade, as categorias emergem do *corpus* delimitado para análise a partir do estabelecimento de relações entre as unidades de sentido e significado observadas.

Em nossa análise esses mesmos pressupostos foram adotados, inclusive a descrição e interpretação das categorias. Contudo, diferente da denominação adotada pela ATD, o produto descritivo interpretativo final não se assume, no presente trabalho, como metatexto

uma vez que não se pauta em uma tese ou argumento central, mas em movimentos compreensivos e dinâmicos entre as unidades de sentido e significados emergentes na categoria em análise e que dialogam com outras vozes existentes na literatura sobre o fenômeno em estudo.

Cabe observar que, “quando uma mesma unidade de análise puder ter mais de um sentido, poderá ser classificada em mais de uma categoria” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 107), justificando a apresentação de discursos repetidos em algumas categorias. Portanto, a análise categorial assim como a análise na perspectiva da ATD visa expressar a compreensão obtida pelo pesquisador sobre os sentidos e significados que emergiram dos discursos, seu objeto de análise na pesquisa.

CAPÍTULO VII

RESULTADOS: ANÁLISES E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresentamos a análise descritiva e interpretativa dos questionários aplicados a professores e pesquisadores do Ensino Superior com a finalidade de detectar como esses sujeitos reconhecem as diferenças entre os sistemas classificatórios na Biologia. Expomos também a análise dos momentos propiciados pelo Curso de Formação Continuada, oferecido aos professores da Educação Básica: grupo focal, interações e percepções, e proposta de aula. O curso teve como objetivo identificar a apropriação e emprego do método sistemático filogenético por esses professores em situações de ensino.

7.1 Questionários aplicados a professores e pesquisadores do Ensino Superior.

Entre os 11 sujeitos pesquisados (taxonomistas, sistemata, ecólogos e pesquisadores com experiência em biodiversidade) observamos a emergência de quatro categorias de sentidos e significados que versam sobre: A) Natureza da Ciência; B) Método científico; C) Sistemática Filogenética de Hennig; e D) Critérios para abordar o conteúdo classificatório no ensino. Essas categorias são analisadas concomitantemente com sua interpretação e apresentadas na sequência.

Natureza da Ciência

Percebida nos discursos de todos os sujeitos ao longo de suas respostas ao questionário, a natureza e a historicidade da ciência foram usadas para explicar as mudanças classificatórias ocorridas na Biologia. Nessas explicações, observamos o emprego de aspectos da epistemologia da ciência tanto como da especificidade da taxonomia como fatores que justificam as diferentes propostas classificatórias encontradas atualmente no campo dessa ciência.

A ideia da existência de revoluções, rupturas ou mudanças de paradigma na Biologia é mais acentuada nos discursos de E₁; E₂; E₆; E₇; E₈ e E₁₁.

Para E₁, a ruptura se deu a partir do momento em que a Biologia passou a discutir relações de parentesco, aliando a isso a possibilidade de submeter essas relações a teste.

[...] a partir deste trabalho ((Sistemática Filogenética de Hennig)) e a discussão no meio científico, ((se)) passou a discutir as relações de parentesco de muitos grupos taxonômicos e com métodos mais eficazes para testar as características antes consideradas únicas de alguns grupos (E₁).

E₁ destaca em sua fala não apenas a ruptura de formas de agir metodologicamente frente ao agrupamento dos seres vivos, mas também critica o enquadramento estanque de características que somente com a filogenética pode-se assumir, que são compartilhadas por outros seres “antes consideradas únicas de alguns grupos”. Para E₂ não houve ruptura, mas admite uma revolução nos sistemas de classificação a partir do século XX justificada pelos avanços da Biologia. Contudo, é preciso considerar que a revolução que menciona E₂ não deve ser interpretada tal como Thomas S. Kuhn a definiu, uma vez que para ser condizente com a lógica kuhniana, uma revolução necessariamente ocasiona uma ruptura com a prática científica anterior. Assim, o que explica a existência de diferentes propostas classificatórias é:

a alta diversidade de espécies e a grande variação morfológica, genética, bioquímica, etc., entre os diversos grupos. Ademais, o avanço em técnicas moleculares tem revolucionado os sistemas de classificação (E₂).

A fala de E₆ denota que o acúmulo do conhecimento pode justificar as rupturas na classificação biológica, pela constatação de explicações novas frente às antigas, muito embora admita não saber se isso poderia ter ocorrido no caso da Sistemática Filogenética.

Acredito que à medida que os estudos em sistemática avançam, é natural que apareçam novas hipóteses, com propostas contrastantes às que já existem. Assim se dá o desenvolvimento da ciência. [...] Eu não conheço bem o sistema de Linné, mas eu sei que ele era muito simples. Por exemplo, ele não distinguia plantas de fungos e algumas espécies de invertebrados marinhos também eram considerados plantas. A ruptura provavelmente se deu pelo desenvolvimento da ciência e a evolução de novas teorias e achados científicos importantes (E₆).

E₇, de modo distinto, admite uma complementariedade entre Lineu e Hennig ao mesmo tempo em que considera a existência de ruptura de pensamento e filosofia entre os autores, ou seja, de epistemologias no entendimento e ação para com o objeto da classificação: os seres vivos. Dessa forma, para E₇, “*existe a ruptura de pensamento/filosofia sobre de que forma e quais informações são úteis para o*

agrupamento dos seres vivos. As categorias de Linné são utilizadas na sistemática filogenética, porém, nesta é levado em consideração não apenas semelhanças e diferenças, mas uma relação de parentesco e ancestralidade” (E₇).

Assim como na literatura (SANTOS; KLASSA, 2012), E₈ compreende diferente de E₇ e diz que houve uma ruptura entre classificações antes e após Darwin: *“embora muitos grupos tenham permanecido similares aos de Linné, muitos se alteraram grandemente. Mais importante que isso, houve uma mudança de paradigma, de modo que todos os grupos devem agora refletir relações de parentesco”*. Para E₈, não há complementariedade entre Lineu e Hennig, mas uma ruptura na medida em que a epistemologia que guia o método classificatório passa da observação de semelhanças morfológicas à observação de semelhanças pautadas no parentesco.

Embora E₈ encare as mudanças classificatórias como mudanças de paradigma, na Biologia muito se debate a esse respeito. Mayr (2008, p.14), por exemplo, defende que a *“biologia também foi mal compreendida por muitos que tentaram construir uma história da ciência”* e que, nesse sentido, não teria ocorrido nesta área revoluções científicas que direcionassem plenamente seu desenvolvimento.

Onde, na história da biologia, estavam as revoluções cataclísmicas e os períodos de ciência normal postulados pela teoria de Kuhn? Até onde eu conhecia a história da biologia, tais coisas não existiam. Sem dúvida, *A origem das espécies*, de Darwin, publicado em 1859, foi um livro revolucionário. Mas, quando de seu lançamento, as ideias sobre a evolução já estavam no ar havia um século. Além disso, a teoria de Darwin da seleção natural – o mecanismo-chave para a adaptação evolutiva- não foi plenamente aceita até quase um século após a publicação da obra. [...]A tese de Kuhn, [...] não servia para a biologia (MAYR, 2008, p. 14).

Portanto, como vimos também nos discursos de alguns de nossos pesquisados, o uso de termos como revolução e paradigmas nem sempre se referem à epistemologia de Thomas Kuhn, mas às forças de expressão contidas na sociedade e até na academia.

Assim como E₆, E₁₀ aponta o acúmulo dos conhecimentos na ciência e, igualmente a E₂, E₁₀ não atribui à palavra ruptura o mesmo entendimento de Kuhn.

Não sei se “ruptura” é a palavra mais adequada. Houve sim uma passagem de um sistema de classificação artificial (Linné) para um embasado em evidências das relações evolutivas (Cladística). Essa passagem se deu graças aos constantes avanços e acúmulo de

conhecimentos inerentes à ciência e diversos conceitos da época de Linné foram incorporados (e ainda usados) na sistemática filogenética” (E₁₀).

Stephen E. Toulmin possivelmente resume melhor a ideia de E₁₀:

Os conceitos que emprega um homem, os padrões de juízo racional que reconhece, como organiza sua vida e interpreta sua experiência, todas essas coisas dependem, ao que parece, não das características de uma ‘natureza humana’ universal ou da evidência intuitiva de suas ideias básicas somente, senão também do momento em que nasceu e o lugar em que viveu (TOULMIN, 1977, p. 50 – tradução nossa).

Para Toulmin, a compreensão humana está nos conceitos e ocorre de forma evolutiva, através do encultramento. O conhecimento progride com a evolução dos conceitos, teorias, disciplinas etc. Uma vez que a ciência é uma empresa racional que integra aspectos intelectuais e institucionais complementarmente.

Portanto, observamos entre esses pesquisados que não há consenso sobre a existência da ruptura entre os métodos classificatórios de Lineu e Hennig, mas ao mesmo tempo consideram ter havido elementos nesse percurso histórico da ciência que contribuíram para as mudanças, tais como novas tecnologias, áreas e pensamentos sobre a classificação da biodiversidade. A impossibilidade de nossos pesquisados em afirmar com clareza acerca da existência de uma ruptura, possivelmente não esteja apenas no desconhecimento dos fatos estritamente epistemológicos, pois desse ponto de vista, a lógica que guiava a classificação de Lineu (não evolutiva) foi de fato rompida por uma lógica evolutiva (Sistemática Filogenética). No entanto, a ruptura no sentido desta última substituir o sistema lineano não é real, e possivelmente por isso, não reconhecida.

Também não há uma epistemologia única que norteia a interpretação da ciência e mesmo da disciplina sistemática entre esses pesquisados. Há, por outro lado, elementos comuns à Natureza da Ciência como seu caráter mutável e suas diversas visões de mundo, por exemplo.

Ainda nesta categoria, pudemos observar as visões de ciência existente entre nossos sujeitos, desde aquela que contextualiza as mudanças como processos inerentes da ciência e sua história, até aqueles que a consideram acúmulos de saber. Desse modo, as concepções extremas acerca da ciência (acabada *versus* mutável) estão presentes nos discursos desses professores/pesquisadores do Ensino Superior. É claro que embora E₈

acredite que certamente chegaremos a uma classificação única, universal, o que denotaria uma visão equivocada da ciência, isso não diminui o entendimento geral sobre a disciplina que atuam.

[...]Uma terceira fase, que vivemos atualmente, busca explorar a fonte definitiva da biodiversidade, ou seja, o genoma, para criar melhores propostas de classificação possíveis. Sem dúvida, quando esta fase atingir seu ápice não haverá outras classificações concorrentes (E₈).

Esse argumento inclusive fundamenta de certo modo a Sistemática Filogenética na medida em que se espera que um sistema geral de referência seja conquistado pela existência de uma única classificação. Entretanto, embora seja desejável uma estabilidade na classificação, ela é quase impossível, porque nenhuma proposta conseguiu até hoje resolver o problema da instabilidade. Espera-se, contudo, que “as classificações filogenéticas, por terem como referência uma única história, que pode ser recuperada, talvez sejam as que têm maior chance de se aproximarem de uma estabilidade a médio e longo prazo” (AMORIM, 2002, p. 97). Visualizada de modo distinto dessa perspectiva, a estabilidade seria “um dos resquícios mais persistentes de uma visão plantonista de mundo” (AMORIM, 2002, p. 97), e, somadas a uma desconsideração da evolução e das disputas internalistas entre autores, deveriam parecer preocupantes, pois ignora totalmente a natureza epistemológica e histórica da atividade científica.

Há cerca de duas décadas muito se argumentava sobre a necessária inclusão de tópicos de História e Epistemologia da ciência em cursos de formação inicial, principalmente para a formação de cientistas (LEITE et al, 2010) com o objetivo de conhecer profundamente pelo menos a história da sua própria disciplina (MATTHEWS, 1994; KLEPKA; SOUZA, 2015). Na ocasião, Leite et al (2010, p. 466) queixaram-se do ensino fragmentado da prática científica, “da dificuldade para conceber a lógica existente por trás de teorias e modelos” e da necessidade de inserção de tópicos de História e Epistemologia da Ciência na formação desses profissionais. Entre nossos pesquisados, entretanto, observamos que a História e Epistemologia da Ciência fazem parte em grande medida de seus discursos, o que sugere que o ensino de biólogos na graduação e pós-graduação tenha propiciado nos últimos anos a referida discussão teórica. Nossos dados, contudo, não garantem obviamente que essa discussão esteja sendo suficiente ou apropriada, tendo em vista a complexidade e historicidade da ciência que, como vimos nos

capítulos teóricos, necessita de constantes revisões e interpretações sob novas lentes de análise.

Método Científico

Embora percebamos nos discursos dos sujeitos na categoria anterior uma visão desejável sobre a Natureza da Ciência, nesta categoria, agrupamos pensamentos que demonstram resquícios de um pensamento positivista da ciência. Para esses sujeitos, o sistema classificatório adequado é aquele baseado em um método científico que permita comprovar os fatos mediante instrumentos quantitativos. Por isso, na ciência, há uma constante busca pelo método ideal uma vez que, com o aumento de dados disponíveis, a capacidade de análise e inferência do método deve ser maior. Essa visão foi percebida em maior ou menor medida nos sujeitos E₁; E₂; E₅; E₆; E₇; E₈; E₉ e E₁₁. A seguir, apresentaremos os discursos mais significativos.

Hennig ((é a classificação mais adequada)), pois se baseia em uma metodologia que testa se os caracteres são únicos, podendo ser aplicada para uma grande quantidade de táxons e caracteres. [...] São diferentes visões sobre esta ciência, uma se dá hipóteses por meio ((de)) observações criteriosas para caracteres que apresentem um padrão similar ou distinto dentro de níveis taxonômicos e a outra é voltada ao teste matemático destes caracteres [...] (E₁)

Os seres vivos devem ser classificados de acordo com as relações filogenéticas entre os mesmos, inferidas com base em filogenômica. [...] os reinos Monera e Protista, devem cair em desuso à medida em que as evidências de seu polifiletismo se tornam irrefutáveis. Nos últimos anos, as técnicas de reconstrução filogenética baseadas em DNA evoluíram de modo que mesmo os eventos cladogenéticos mais antigos começam a ser compreendidos. Certamente, elas também demonstraram que a transferência horizontal de material genético é uma regra, e não uma exceção, como se pensava. Se isso pode adicionar ruído às análises filogenéticas, certamente não impede que as relações de parentesco entre os seres vivos sejam desvendadas e uma classificação adequada seja construída (E₈).

Acredito que atualmente a classificação que reflete com maior precisão as relações entre organismos é aquela que divide os seres vivos em três domínios (Archea, Eubacteria e Eukaria). Acredito que seja a mais adequada porque é embasada em métodos filogenéticos e sistemáticos mais recentes e, espera-se, portanto, maior rigor no levantamento e tratamento dos dados, assim como resultados mais precisos (E₁₀).

A classificação filogenética [...] é a mais objetiva e estável, alicerçada na realidade observável. E₁₁

A testabilidade dos métodos destacada explicitamente nos discursos de E₁ e E₂ é uma das premissas do movimento positivista da década de 1920 e faz parte do “paradigma dominante de ciência” que procura a “objetividade, verificabilidade e quantificação” em detrimento da intuição e da subjetividade (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 47).

O epistemólogo da ciência Karl Popper deixa claro que, ao falar da expansão do conhecimento científico, não está se referindo a um processo de acumulação, mas de uma reiterada substituição de teorias científicas por outras cada vez mais satisfatórias, que nos dizem mais, isto é, teorias que contêm mais informação empírica ou conteúdo e por isso mesmo com maior capacidade explicativa, maior poder de previsão, maior testabilidade. Esta seria, assim, o critério de demarcação entre discurso científico e outros tipos de conhecimento.

O método de Hennig é uma herança dessa perspectiva positivista iniciada pelos estudos de outros que, assim como ele, consideram necessária que a taxonomia trabalhasse com a estatística, aproximando-se o mais possível da inferência e distanciando-se da perspectiva qualitativa de descrição e indução de relações, comuns na taxonomia do século XIX e anteriores (VARMA, 2013). Na dedução, diferentemente, as propostas ou hipóteses feitas partem de dados reais ancorados num arcabouço teórico: a evolução. Por isso considera-se que a metodologia de Hennig inovou ao unir teoria e prática, os pressupostos evolutivos, juntamente com ferramentas de análise condizentes. Por conter um arcabouço teórico e metodologicamente explicativo, a Sistemática Filogenética é considerada por alguns autores como sendo uma ruptura do paradigma classificatório corrente até meados do século XX (TERRA, 2010). Também para E₂, “*a forma de classificar, [...] deixou de ser intuitiva e passou a ser testável*”.

Outro aspecto que chama atenção nos discursos dos pesquisados é a contradição filosófica expressa. Da mesma forma em que se escolhe o método sistemático filogenético por possibilitar análises mais abrangentes, justifica-se essa escolha com posições positivistas não necessariamente como reflexo do método que utilizam, mas de uma visão acerca da ciência, o que pode ser considerado um reducionismo de larga escala, presente nos argumentos desses sujeitos, destacados anteriormente.

Embora seja unânime entre nossos pesquisados que qualquer método na classificação precisa ser capaz de demonstrar as relações de parentesco, o método de

Hennig não é o único apontado como adequado para isso, porque segundo E₉ “[...] *é muito difícil você encontrar uma hipótese, ou teoria, que satisfaça completamente toda a comunidade científica*”.

Para alguns dos profissionais pesquisados, sistemas classificatórios como o de Margulis (5 reinos), Domínios e 6 reinos, como o de Cavalier–Smith, também são adequados. Para esses sujeitos, o que vale é o sistema que resolve mais problemas, sejam esses problemas de ordem teórica ou prática, considerando-se também a capacidade de entendimento e praticidade que eles propiciam aos usuários. Aliás, a praticidade de uma classificação para uso do público em geral foi um dos argumentos utilizados pelos autores, Ruggiero et al (2015), quando propuseram recentemente os super-reinos, retomando a perspectiva lineana, conforme discutimos no Capítulo IV.

O respaldo à proposta de 5 reinos de Margulis, Domínios e 6 reinos de Cavalier–Smith pode estar associado a duas outras possibilidades: a Sistemática Filogenética não é compreendida pelos sujeitos pesquisados que preferem outros sistemas ou não se distingue o método filogenético das classificações propiciadas por ele. Entendemos que ambas as hipóteses são válidas e que, apesar de parecerem coisas iguais, método e classificações são coisas distintas. Desse modo, qualquer autor pode fazer uso do método sistemático filogenético e produzir classificações, assim como há classificações guiadas por métodos tradicionais (sem a perspectiva teórica da evolução).

E₁₁ alude para o fato que são a objetividade e estabilidade duas das características que sustentam um método, também podendo estar “*alicerçada [s] na realidade observável*”. Estabilidade essa que prolonga sua vida útil, aliás, esse foi um dos motivos que contribuiram para que o método de Linneu perdurasse por tantos séculos.

Entre nossos pesquisados parece haver uma crítica ao método descritivo de dados estritamente morfológicos em detrimento da análise criteriosa de inúmeros dados fisiológicos, genéticos, ecológicos, paleontológicos para além dos morfológicos, como observamos em E₁. Essa crítica faz parte da tradição da história do desenvolvimento das novas técnicas usadas na taxonomia a partir do século XX, conforme demonstramos no capítulo teórico. Portanto, a eficácia do método classificatório na perspectiva dos sujeitos pesquisados baseia-se em alguns princípios: refletir a filogenia; respaldar-se na evolução; e, gerar dados fiéis e abrangentes acerca das relações entre os grupos.

Sistemática Filogenética de Hennig

Embora haja muitas propostas classificatórias na Biologia, aquelas baseadas na Sistemática Filogenética proposta por Willi Hennig são mais explícitas ou implicitamente mais apontadas pelos sujeitos pesquisados. Não se trata de um simples gosto, afinidade, mas, segundo eles, de sua completude. Para os pesquisados, a Sistemática Filogenética é, atualmente, a metodologia que melhor explica as relações de parentesco entre os grupos, fazendo uso de múltiplos dados provenientes das várias áreas da Biologia e instrumentos de análise atuais, possibilitando explicar possíveis eventos que causam a variação da biodiversidade. Desse modo, percebe-se a manifestação de conceitos relacionados ao método nos discursos de E₁; E₂; E₃; E₅; E₇; E₈; E₉; E₁₀ e E₁₁. Destacamos algumas dessas unidades de sentido:

Sistemática filogenética, [...] leva em consideração o relacionamento dos grupos através de sinapomorfias e as proposta são feitas com base em grupos monofiléticos. [...] (E₂).

[...] na sistemática filogenética, [...] é levado em consideração não apenas semelhanças e diferenças, mas uma relação de parentesco e ancestralidade [...] (E₇).

[...] Sistemática Filogenética. Ou seja, é apresentada uma classificação baseada em sinapomorfias, [...] encaminhamos para uma classificação inteiramente baseada em filogenômica. [...] é preciso que os graduandos em Ciências Biológicas entendam os conceitos de evolução e filogenia e também as diferenças entre inferência filogenética baseada em caracteres genotípicos e fenotípicos. [...] [...] (E₈).

O uso dos conceitos tais como *grupos monofilético*, *sinapomorfia* e *inferência filogenética* nos autorizam a dizer que especialmente entre esses professores/pesquisadores há um domínio acerca da Sistemática Filogenética para além da simples consideração de relacionamento, evolução e parentesco, embora esses sejam conceitos essenciais para o entendimento da filogenia.

Os pressupostos filogenéticos não são novos e têm feito parte dos sistemas de classificação a partir da publicação da Teoria da Evolução. A diferença é que, ao contrário das outras escolas sistemáticas, Hennig criou critérios para testar caracteres permitindo que grupos irmãos pudessem ser identificados com precisão. Dito de outro modo, Hennig estudou a fundo as deficiências e vantagens das metodologias já existentes em sua época e criou um método que possibilita reunir dados de várias áreas, que é aplicável tanto em

grupos quanto para características isoladas, ou seja, é utilizável a nível micro e macro taxonômico.

Por outro lado, acreditamos que haja um desconhecimento do método apenas entre os indivíduos E₄ e E₆, não apenas pela falta de menção à filogenética ou a Hennig, mas por demonstrarem em vários discursos a dificuldade de entender outros sistemas devido sua complexidade, conforme ilustramos alguns trechos na sequência.

Gosto dos 5 reinos, mas não acho adequado. Pelo contrário é simplista demais. Mas como é didático fica fácil de entender e aceitar. Acredito que em bactérias e protozoários tenhamos mais de 20 reinos. Muito complicado de entender. [...] é difícil perceber quando complica um pouco mais. Poucos professores estudam para poder explicar outra proposta que não 5 reinos...[...] 5 reinos na educação básica é suficiente. [...]Creio que sistema classificatório de Lineu reflete parentescos evolutivos. Nesse sentido que acredito na conciliação de ideias. O sistema classificatório de Lineu reflete parentescos evolutivos na medida em que espécies do mesmo gênero são mais próximas que espécies de diferentes gêneros. Acredito que Lineu tentou refletir a evolução através das categorias taxonômicas, mesmo que de forma inconsciente. A distância filogenética pode ser percebida através da classificação, mesmo que de forma subliminar. (E₄)

Os cinco Reinos de Margulis, [...] é o mais fácil de entender. [...]Eu adoto a classificação de Margulis e minhas aulas todas se dão considerando os cinco Reinos. Acredito que para efeitos de ensino em nível de graduação, essa seja a saída mais razoável. Outro ponto é que no meu caso, o ensino é só de vertebrados, portanto a classificação dos Reinos não tem muita importância. [...]Nível superior já deve conhecer as diferenças até família e algumas espécies mais representativas de cada grupo (E₆)

Há nos discursos de E₄ e E₆ indícios de percepções errôneas acerca da classificação biológica enquanto Ciência, isso porque E₄ menciona a facilidade de entender e aceitar a classificação em cinco reinos, como se ela fosse um dogma, algo fixo e imutável. Assim como o discurso de E₆ sobre o estudo da biodiversidade, a fala de E₄ denota superficialidade e desconhecimentos da natureza da ciência que atuam.

O entendimento de E₄ de que Lineu já refletia parentescos evolutivos em seu sistema é discutido por Amorim (2002).

As classificações tradicionais contêm dezenas de milhares de gêneros, famílias e outros tantos táxons em níveis mais elevados. Muitos [...] parecem ser mesmo monofiléticos [...]. Antes do desenvolvimento do método filogenético, no entanto, a conclusão de que esses grupos fossem monofiléticos era apenas uma aproximação feita com base em

semelhança. Apenas o uso de um método filogenético rigoroso pôde demonstrar, com base em sinapomorfias, a monofilia de cada um desses grupos (AMORIM, 2002, p. 31).

Entretanto, “é interessante observar [...] que, apesar de revolucionária, as implicações do conceito de uma *filogenia* para a compreensão da diversidade biológica levaram mais de cem anos para serem compreendidas de modo mais amplo” (AMORIM, 2002, p. 58). Assim, seria anacrônico considerar que em Lineu já houvesse tais ideias, conforme salienta E₄. Essa é uma percepção que esbarra na ontologia do sistema classificatório de Lineu. Não podemos dizer que ele procurava refletir, ainda que inconscientemente, a evolução. Seria mais adequado, portanto, considerar que “*em alguns casos, isso coincidentemente resultava em agrupamentos monofiléticos*” (E₈).

A filogenética de Hennig é apenas uma das formas de interpretação dos parentescos, por isso não são todos que consideram o método do alemão como essencial, já que acreditam que outros métodos também se baseiam na filogenética. “*Aliás, Cavalier-Smith segue a sistemática filogenética de Hennig*” salienta E₂. É preciso considerar esse argumento de outra forma. O método de Hennig não gera apenas uma classificação, o que implica que sim, Cavalier-Smith como tantos outros podem se basear no método gerando diferentes classificações. Em outras palavras, “escolas de Sistemática têm propostas diferentes sobre como produzir classificações biológicas. Disso resultam classificações diferentes dos mesmos grupos de organismos [...]”. Contudo, se a perspectiva teórico-metodológica adotada for a de Hennig, “as classificações biológicas devem ser um reflexo inequívoco do conhecimento atual sobre as relações de parentesco entre táxons” (AMORIM, 2002, p. 95).

Assim, o método de Hennig estaria no nível avançado do conhecimento acerca da classificação dos seres vivos e, embora se contraponha bastante na literatura com a classificação Lineana há aqueles que acreditam que as hierarquias de Linneu também estão presentes em Hennig. Por isso, “*não conheço nenhum cladista que não utilize as categorias de Linnaeus [...]*” (E₁₁).

Um aspecto precisa ser compreendido acerca da relação de Lineu e Hennig para com as hierarquias. Para começar, há distinções entre as hierarquias propostas por ambos os autores, não apenas em nível prático, mas principalmente, na ontologia do método proposto. Para Amorim, as hierarquias lineanas seriam resultado de uma visão de mundo aristotélico, portanto, seu método original refletiria essa lógica. Em outras palavras, “o que

chamamos de sistema lineano de classificação contém duas estruturas distintas [...]. Uma delas é o *sistema de táxons*; o outro é o *sistema de categorias*” cada um deles baseia-se nos conceitos aristotélicos de *genus* e *eidós*. “Esses termos indicam, em um sentido lógico, posições em uma hierarquia: um nível mais geral, que inclui vários elementos, é um *genus* [...] enquanto que um nível mais restrito, incluído em um nível maior, é um *eidós*”. Dessa forma, “cada *categoria* correspondia a um ‘degrau’, em um sistema com diferentes níveis de inclusão, em que o nível maior inclui, em um sentido lógico, os níveis menores” (AMORIM, 2002, p. 89).

Amorim (2002) complementa ainda que como o sistema de Lineu teria sido afetado mesmo antes de se mudar a ontologia do sistema de essencialista-criacionista para evolucionista, foi necessária a inclusão de muitos outros níveis categóricos, o que descaracterizou totalmente a lógica por trás das hierarquias tal como proposta por Lineu (AMORIM, 2002).

Na perspectiva da Sistemática Filogenética de Hennig, por sua vez, “há opiniões diferentes sobre como utilizar categorias” (AMORIM, 2002, p. 90) e muitas vezes o uso tradicional de Lineu é por mera tradição, demonstrando que de fato, “o sistema hierárquico de Linnaeus nunca foi abandonado e até hoje é utilizado por todos os cladistas” (E₁₁) embora sob uma perspectiva teórica distinta, a da “ruptura de pensamento/ filosofia sobre de que forma e quais informações são úteis para o agrupamento dos seres vivos” (E₇).

Hennig propôs a eliminação de categorias arbitrárias na classificação segundo a qual “as categorias passariam a ter um significado evolutivo: o conjunto de táxons de mesma categoria corresponderia aos grupos monofiléticos cujas espécies ancestrais viveram na mesma época” (AMORIM, 2002, p. 105). Portanto, mantêm-se as hierarquias “mas isso não é contrário à Sistemática Filogenética” (E₈), uma vez que elas expressam a filogenia. “O que é contrário a esta é a visão de que a evolução tem um propósito e é comparável a uma escada” (E₈), sendo de “grande significado histórico o fato do próprio Darwin ter declarado que a possibilidade de ordenar os organismos em um sistema hierárquico só é explicável supondo uma relação filogenética entre eles” (HENNIG, 1966, p. 20 apud AMORIM, 2002, p. 15), ou seja, a existência de ancestrais e de ancestrais de suas ancestrais, “tudo está conectado” (AMORIM, 2002, p. 58). “Isso não impede, é claro, que sejam usadas as categorias taxonômicas clássicas [...]” até que “uma classificação adequada seja construída” (E₈). “Apenas com um sistema novo (com um custo elevado de

adaptação em uma fase de transição) é possível construir uma estrutura coerente” (AMORIM, 2002, p. 103).

Apesar dos inúmeros problemas causados, assim como ressaltou E₁₀: “*diversos conceitos da época de Linné foram incorporados (e ainda usados) na sistemática filogenética*”.

A contribuição de Lineu para a Biologia é extraordinária. Infelizmente o uso impróprio que ele fez de nomes para as categorias provocou ambiguidades que geraram e ainda geram confusão. [...] os nomes para as categorias propostos por Lineu são inadequados (AMORIM, 2002, p. 90).

Para Amorim (2002 p. 90) “o uso do termo GÊNERO para uma categoria taxonômica particular é impróprio”. O termo espécie também teria sérias ambiguidades, pois dentro da lógica lineana espécies representariam entidades existentes na Biologia, ou seja, cópias imperfeitas de um mesmo tipo ideal atemporal (na acepção platônica). “[...] em uma ontologia evolucionista, quando “espécie” passou a ser encarada como uma unidade histórica [...] o termo “espécie” passou ser “empregado tanto para entidade que se relaciona historicamente com as demais espécies (isto é, um táxon), quanto para a categoria de nível mais inferior do sistema, que demanda um binômio” (AMORIM, 2002, p. 91).

Ao que parece, mesmo entre renomados taxonomistas, a interpretação das obras de Lineu ainda carece de grandes esclarecimentos.

Critérios para abordar o conteúdo classificatório no ensino

Se a defesa pela abordagem da Sistemática Filogenética é praticamente unânime entre os pesquisados, o que explicaria o ensino prioritariamente pautado no tradicional enquadramento das características dos seres vivos em categorias estanques e incomunicáveis?

É entendimento de nossos pesquisados que esta postura estaria estritamente relacionada ao contato que a escola, o currículo e os próprios professores têm com o clássico sistema de cinco reinos. Segundo E₁, corresponde a uma “[...] *defasagem dentro do sistema de ensino [...]*” visto que há décadas o ensino se pauta nelas. Além disso, a praticidade e a comodidade que possibilitam esses enquadramentos também são destacadas:

[...] infelizmente, é muito mais simples dizer para os alunos que as aves são uma classe do que explicar que as aves fazem parte da classe reptília e que são relacionados aos dinossauros saurísqueos. De fato, percebo pelos meus colegas que é mero comodismo!!! (E₂).

A facilidade e a praticidade do sistema de cinco reinos são, portanto, dois dos primeiros fatores apontados por nossos pesquisados. E₄ ressalta: “[...] como é didático fica fácil de entender e aceitar”.

Para E₂ o problema estaria entre os colegas, professores do Ensino Superior: “[...] infelizmente, muitos docentes universitários ignoram os conteúdos abordados em literaturas mais recentes” (E₂), o que contribui com a formação de professores sem o devido conhecimento teórico e prático de alguns temas importantes das Ciências Biológicas.

Entre nossos pesquisados acredita-se na distinção do ensino de classificação para cada fase da educação. Na visão de alguns dos sujeitos, a Educação Básica corresponderia a um nível menos complexo de formação, enquanto a especialização de pós-graduandos em sistemática e taxonomia requereria obrigatoriamente um aprofundamento nas propostas classificatórias e, em especial, no grupo que é seu objeto de estudo, conforme discutiu E₈.

Na educação básica, momento em que os alunos precisam dividir o tempo entre assuntos tão diversos quanto Português, Matemática e Biologia, somente os tópicos fundamentais de cada disciplina podem ser desenvolvidos. É indispensável que compreendam o mecanismo básico que guia a evolução biológica, e também que conheçam a biodiversidade da Terra, pelo menos os grupos que têm maior importância para os ecossistemas globais e os que são especialmente importantes para entender a evolução biológica [...]. Os biólogos em formação devem aprofundar seus conhecimentos sobre a biodiversidade, conhecendo não só os grupos mais comuns, mas também os mais raros e distantes de seu cotidiano. Além disso, devem ter um conhecimento atualizado da classificação dos grandes grupos de organismos, não bastando que conheçam apenas os sistemas de 5 ou 6 filos. E devem entender os métodos de reconstrução filogenética. Especialistas em Sistemática precisam possuir todos os conhecimentos sobre classificação que os demais biólogos possuem. Além disso, devem ter um conhecimento profundo em seu grupo de especialização” (E₈).

Nesse sentido, “Um especialista deve conhecer mais amplamente para explicar as diferenças, enquanto um aluno do ensino básico aprende o essencial, e infelizmente, superficialmente” (E₃). Assim, E₈ complementa: “me interessa conhecer em algum detalhe

toda a classificação dos Actinopterygii, mas não tanto a dos demais vertebrados e menos ainda a dos outros organismos” (E₈). Amorim (2002, p. 45) denomina de “especialista extremo” o profissional da Biologia que conhece apenas e unicamente seu grupo de interesse.

E₁₁, por outro lado, discorda dessa extrema especialização:

A formação de professores deve abordar os sistemas classificatórios biológicos da mesma forma que eles são abordados na formação avançada de biólogos e cientistas da área da biodiversidade. Professores não devem ser tratados como uma subcategoria que deva ser excluída do conhecimento avançado, relevante para a pesquisa de ponta. A finalidade desta etapa é formar profissionais habilitados para ensinar Biologia a estudantes de forma a capacitá-los para atuar no contexto da ciência moderna em suas formas mais avançadas; não há motivo para doutriná-los ou restringi-los ao jugo de teorias não científicas ou formas de atuação que os excluam da possibilidade de se tornarem cidadãos capazes de se tornarem plenamente proficientes na área das ciências (E₁₁).

Outros fatores apontados por nossos pesquisados para a ausência da Sistemática Filogenética no ensino se referem: ao comodismo docente; à falta de ferramentas tecnológicas na Educação Básica; à dificuldade de introdução de novas ideias e correntes de pensamento no currículo; à falta de preparo dos estudantes; e à falta de interesse dos professores pelo tema, associada à falta de formação continuada desses profissionais para o atendimento desta demanda.

Alguns pesquisados acreditam que o uso de sistemas já ultrapassados no ensino deve-se a falta de interesse dos professores pelo estudo de novas teorias, de literaturas complementares, ficando mais prático o comodismo e a segurança de sistemas como o de cinco reinos. E₂ diz que “[...] livros de educação básica são simplistas e muitas vezes os docentes não têm formação para passar esses conteúdos. Além disso, percebo que existe uma grande falta de conhecimento nas formas de classificação”.

Por outro lado, E₇ associa essa estagnação docente à sua formação inicial que deixou a desejar de alguma forma ou nem mesmo contemplava, na época, as atuais mudanças. “[...] na maioria das escolas a sistemática não é abordada na educação básica (pelo menos até quando eu estudava) e os estudantes nem sabem do que se trata, sendo abordada (apenas recentemente) na grade curricular de graduação”. De fato, a tendência de se ensinar na graduação conceitos e métodos da Sistemática Filogenética iniciou-se no final dos anos de 1990, tendo 2000 questões sobre a temática incluídas em provas de

Biologia (AMORIM, 2002). Ao que parece esses provões assim como os vestibulares tendem a abordar um tipo de conhecimento produzido por grandes centros universitários, ditando de cima para baixo o que o ensino das demais instituições deve abordar. É provavelmente dessa forma que muitas universidades brasileiras passaram a inserir em suas grades curriculares aspectos sobre a sistemática filogenética, tendo em vista a demanda vislumbrada por seus alunos em outros vestibulares. Portanto, o que se percebe é que, assim como a evolução, o conhecimento filogenético não foi planejado para ser contemplado nos níveis de ensino básico e superior, e seus professores nem sempre passaram por essa formação, mesmo assim o conteúdo foi inserido por pressões internacionais ou por grandes universidades brasileiras.

A formação continuada seria então indispensável para a atualização de profissionais já formados. Um aspecto importante a ser considerado é que esse tipo de conhecimento, em específico, a classificação dos seres vivos, é mais bem compreendido por especialistas da área tais como taxonomistas, sistematas e ecólogos, uma vez que acessaram programas de pós-graduação. Para E₈, os graduandos, em grande parte, *“optam pela carreira de professor no ensino médio”* o que pode significar nesse discurso que cursos voltados à licenciatura não estariam preocupados com o ensino de questões atuais do conhecimento científico produzido pela biologia, ou de outro modo, não deveriam se preocupar já que formam professores.

Para E₁₀, o problema está na falta de divulgação desses conhecimentos: *“[...] há uma falta de comunicação entre o meio acadêmico e o ensino básico, de maneira que os professores da educação básica nem sempre são esclarecidos sobre as mais recentes propostas classificatórias”*. Esse aspecto é também discutido por inúmeros autores (KRASILCHIK, 2000; MOREIRA, 2012; COUTINHO; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2013).

A falta de ferramentas tecnológicas na Educação Básica também é apontada como corresponsável pela desatualização do conhecimento classificatório no ensino, justificando o uso de categorias estanques. *“O sistema classificatório de Linné utiliza muitos caracteres morfológicos de fácil visualização e entendimento, não havendo a necessidade do uso de ferramentas que não estão disponíveis nas escolas de ensino básico”* (E₅). Entretanto, E₁ acredita que qualquer material pode servir como ferramenta tecnológica se o professor quiser de fato ensinar os pressupostos metodológicos de sistemas classificatórios mais recentes, *“[...] solicitando atividades nas quais de maneira prática aplique este*

conceito de classificação em objetos ou em material biológico disponível”, por exemplo, na flora presente no jardim ou entorno da escola. E₂ complementa essa ideia:

Vi alguns materiais de livros americanos tratando de filogenia, de forma simples, mas correta, com alunos do ensino fundamental. As relações de parentesco foram feitas utilizando chocolates, os alunos encontraram grupos monofiléticos com base na cor da embalagem, formato, etc. (E₂).

Mas, estariam os alunos preparados para compreender essas novidades na área biológica? *“Na educação básica eles ainda não têm um referencial para discernir sistemas de classificação”*, aponta E₅. Diferentemente, alguns pesquisados acreditam que apesar da complexidade, os alunos têm condições de acompanhar e que são os professores que subestimam sua capacidade. *“Acredito que os alunos são subestimados e poderiam sim, trabalhar o tema com conceitos atualizados”* (E₁₀), *“Além disso, este conhecimento capacita as crianças a se tornarem pessoas mais competentes no entendimento e uso do conhecimento científico estabelecido”* (E₁₁). Para Amorim (2002, p. 114), *“O ensino de Zoologia e de Botânica [...] dentro de um enfoque filogenético, torna-se extremamente interessante, ágil e integrador”*, seja para os níveis fundamental ou médio do ensino.

Por fim, um dos aspectos bastante destacados pelos pesquisados é a dificuldade de introdução de novas ideias e correntes de pensamento no currículo e até mesmo na visão de mundo do professor. Para E₁, há uma crença equivocada sobre a taxonomia, *“[...] categorizando-a como uma disciplina acabada e estática, se esquecendo de seu caráter científico [...]”*. Acrescenta que:

[...] muitas vezes há comentários como: ‘você taxonomista mudam o nome destas espécies toda hora’, ‘é só isso que a classifica como espécie’, ‘mas como é espécie se ela se reproduz com outra (referindo a hibridismo)’ ou ainda ‘a taxonomia só atrapalha com essas mudanças de nome toda hora’ dentre outras (E₁).

A fala de E₁ levanta uma questão: se o professor não considera a evolução como eixo norteador dos processos biológicos, como esperar que ele utilize em suas aulas esses aspectos nos conteúdos a serem ensinados?

Decorre disso que tentativas de conciliar as visões mais tradicionais às mais recentes foram propostas por nossos pesquisados. Para alguns, é necessário explicar aos alunos que *“o nível de informação disponível tem aumentado muito rapidamente e novas*

ferramentas estão sendo usadas, com isso novas descobertas e propostas estão sendo feitas” conforme sugere E₂, e que, *“com o resultado da aplicação desses sistemas propiciou e propicia criar novas alternativas para aplicação e compreensão dentro da ciência da vida”* complementa E₁. Isso consigna que é importante mostrar *“as vantagens e falhas de cada uma”* (E₇) traçando *“uma comparação”* (E₅) entre elas. Recorrer à História da Ciência também é importante para debater *“os fatores que influenciaram em tais propostas classificatórias”* (E₁₀). Acima de tudo, ao voltar-se à formação docente, E₈ defende *“que o graduando em Ciências Biológicas não só aprenda as classificações mais recentes, como também as características morfológicas, citológicas e fisiológicas que são comuns aos grandes grupos, de modo a conseguirem transmitir aos alunos de ensino médio uma maneira mais simples de reconhecê-lo”* (E₈).

Portanto, apesar de ser consenso que a Sistemática Filogenética é o sistema adequado para tratar das classificações, quando se voltam ao ensino há uma incoerência no discurso por parte de alguns profissionais ao acreditar num nível de aprofundamento do tema que se quer alcançar pelo professor ou, em outras palavras, manter a simplicidade e praticidade de sistemas entendíveis nos níveis mais baixos da Educação Básica. O que pode significar uma manutenção de sistemas desatualizados e incompreensão da evolução e sua repercussão nos seres vivos. Em outras palavras, para nossos pesquisados, de modo geral, a opção pelo sistema classificatório a ser abordado no ensino de Ciências e Biologia leva em conta critérios de conhecimento do professor sobre o tema, entendimento que farão os alunos sobre o conteúdo e nível de aprofundamento do tema que se quer alcançar pelo professor.

Foi possível observar no discurso dos pesquisados nesta pesquisa que as mudanças nos sistemas classificatórios e a abordagem do tema classificação no ensino de Ciências e Biologia são percebidas como processos decorrentes da Natureza da Ciência e em virtude dos avanços ocorridos na História da Biologia, principalmente entre os séculos XIX e XX, que culminaram em mudanças significativas para a prática taxonômica. Como consequência, a Sistemática Filogenética de Willi Hennig é apontada como o método mais adequado para evidenciar as relações de parentesco entre os grupos, pois reúne um conjunto de dados e tem a capacidade de realizar testes variados entre esses dados, fornecendo uma análise mais holística da árvore da vida sob a perspectiva evolutiva.

O ensino, por sua vez, deveria refletir essas mudanças em maior ou menor medida, acompanhando o grau de aprofundamento de cada etapa do ensino. Contudo, o uso de

classificações atuais no ensino de Ciências e de Biologia está condicionado aos professores que, por desconhecimento, desinteresse ou incompreensão, não trabalham as recentes propostas para ordenação do mundo biológico.

Portanto, o abandono das categorias lineanas não é um ponto em pauta para os pesquisados que acreditam que Lineu e Hennig podem conviver complementarmente na sistemática, refutando a ideia de uma ruptura entre ambas as metodologias. Uma questão interessante é o fato dos pesquisados não apontarem um possível fundamento essencialista às categorias lineanas, como era de se esperar, dada a ênfase desse aspecto equivocada na literatura. Ou, de outro modo, é possível que questões de ordem filosófica não sejam objeto das reflexões desses pesquisados.

Quanto ao ensino da classificação na formação inicial não há um consenso sobre como ela deve ser abordada. Há, por outro lado, uma série de condições para que ela seja efetuada, tendo como principal dimensão a universidade. A formação inicial e continuada seria responsável por propiciar às demais etapas do ensino as condições profissionais humanas (professores e pesquisadores), materiais (livros, artigos etc.) e intelectuais (discussões epistemológicas, conceituais, históricas) para uma boa e atualizada abordagem do conteúdo classificatório em sala de aula. Entretanto, a falta de comunicação dos bens produzidos pela universidade para com a sociedade de modo geral, rompem esse compromisso social, sendo necessárias pesquisas não apenas para compreender as necessidades formativas dos professores e estudantes quanto aos conteúdos biológicos, mas principalmente, possibilitar o acesso a esses conhecimentos atualizados e em constante mudança no âmbito científico.

No que diz respeito a esta discussão, acreditamos que a fragilidade do ensino do conteúdo de classificação biológica em Ciências e Biologia esteja atrelada às deficiências de compreensão da perspectiva evolutiva tanto por alunos quanto por seus professores. Se professores e alunos de todos os níveis da educação compreendessem a importância da evolução na explicação dos fenômenos biológicos, o tratamento dado especificamente à classificação seria totalmente diferenciado. Ao considerar a evolução como um conteúdo a ser ministrado como disciplina isolada, tendemos a atribuir a ela apenas alguns papéis dentro da biologia, por exemplo, em interpretações mais clássicas como o caso dos bicos dos tentilhões do arquipélago de Galápagos. Mas, percebe-se que mesmo ao explicar a diferenciação entre esses pássaros, estamos de modo inerente recorrendo à classificação dos seres vivos, ao seu local na árvore biológica, a seus ancestrais e parentes mais

próximos etc. Desse modo, fica a dúvida a ser respondida por futuras pesquisas: se a evolução deixasse de ser tratada como disciplina e passasse a ser o fundamento básico, conhecimento inerente da Biologia em todas as suas explicações, como se daria o entendimento da classificação biológica em salas de aula da Educação Básica e do Ensino Superior? Acreditamos que a resposta para isso seria a adoção dos pressupostos da Sistemática Filogenética, adequando método e teoria de acordo com cada objetivo educativo e em cada nível de ensino.

7.2 Curso de Formação Continuada com professores da Educação Básica.

Nesta seção apresentamos as compreensões e reconstruções teóricas feitas a partir da análise dos discursos transcritos, constituídos durante a sessão de Grupo Focal com os participantes iniciais do curso (Solange e Ricardo). Três categorias finais emergiram das unidades de significado exploradas, sendo elas: (A) A classificação como enquadramento dos seres vivos em categorias específicas *versus* a classificação dinâmica e questionável; (B) O ensino da classificação e os aspectos inerentes à cultura escolar: um contexto de variáveis; e C) Como a Sistemática Filogenética usa a evolução para explicar a classificação?

Para a análise e discussão de cada categoria, trechos de interação entre os participantes, pesquisadora e professor convidado serão destacados. Trechos de discursos isolados também serão resgatados compondo nossa argumentação.

A classificação como enquadramento dos seres vivos em categorias específicas *versus* a classificação dinâmica e questionável.

A interação inicial entre os participantes e pesquisadora, proporcionada durante o Grupo Focal, e auxiliada pela prática de classificação de seres vivos dispostos em cartões e fotos (FIGURAS 18 e 19), permitiu que fossem exibidas concepções acerca da classificação dos seres vivos. Noções estas que transitavam entre o ponto de vista do aluno e a postura docente. Dentre esses momentos de adoção do ponto de vista do aluno com relação à classificação, percebemos que os professores entendem que seus alunos classificam prioritariamente com base nas características visuais e morfológicas. Mesmo

tendo informações fisiológicas, ecológicas etc., disponíveis sobre o organismo em análise, como foi o caso do material utilizado na prática.

Ricardo: Porque muitas vezes aqui oh alguns animais eles iam falar que é animal mesmo. Que tá dentro do animal.

Solange: Verdade.

Ricardo: Quer ver? Vamos supor algumas coisas podem pegar e botar tudo dentro do animal.

Solange: Isso mesmo. Por exemplo, as bactérias, o paramécio e a ameba, sugeririam que seriam animais. Seriam animais.

Ricardo: Isso, isso.

P. Mod.: Vocês acham por conta do que? Do visual? Qual o critério eles usam?

Solange: É mais o visual mesmo, as características em si mesmo na visualização. [...]

Ricardo: Esse aqui eu acho que eles iam saber, por causa da estrutura dele.

Solange: É até porque também quando o desenho lá do livro e quando a gente desenha lá na lousa... né? no quadro, eh:: bem semelhante também.

P. Mod.: A estrutura do capsídeo né? (destaques nossos).

A classificação, segundo se pode deduzir, não admite dúvidas. Cada qual deve estar “dentro” de sua respectiva caixinha. Embora que, mesmo de “dentro” da categoria, se questione as similaridades e diferenças com outros, como é o caso do peixe que tem nadadeiras, mas não é mamífero como o golfinho; ou do ornitorrinco que aparenta ser uma mistura de cruzamentos animais, conforme salienta Ricardo, ao lembrar as dúvidas dos alunos: “[...] em relação ao peixe, se... se dentro do animal, ele é animal só ou se tem algum... tipo assim, alguns perguntam. Já me perguntaram muitas vezes se tem como pegar um cachorro e cruzar com um gato... [...] Eles falam... mas então me explica o ornitorrinco”. Observe que na fala de Ricardo transparece os entendimentos dos alunos de que seres vivos que “fogem à regra” das generalizações classificatórias são considerados resultados de cruzamentos aleatórios. Esse entendimento certamente prejudica a noção básica de conceito de espécie, além de desconsiderar a perspectiva de parentesco entre todos os seres vivos e as adaptações por eles sofridas. Desse modo a explicação do ornitorrinco só é plausível na perspectiva evolutiva que considere suas adaptações e pressões seletivas do habitat. Trata-se de uma problemática na formação de conceitos no ensino de ciências.

O erro na aquisição do conceito pode ocorrer quando o aluno fixa sua atenção nos traços secundários e não nos substanciais, situação muito comum no ensino de ciências naturais. Ao classificar animais, por

exemplo, o aluno encontra dificuldade quando os exemplares fogem ao protótipo (baleia, morcego, ornitorrinco...). [...]Dominar o conceito significa, portanto, conhecer o seu conteúdo e perceber sua extensão (SFORNI, 2004, p.53:62).

Para alguns autores, a atenção prestada pelos estudantes às características estruturais dos seres vivos tem relação com a idade e fase de desenvolvimento e que, mesmo por volta dos 12 anos de idade, raramente são utilizados conceitos biológicos para sustentar essa identificação (TAMIR; GAL-CHOPPIN; NUSSINOVITZ, 1981; BRAUND, 1991; VENVILLE, 2004; KUBIATKO; PROKOP, 2009; CINICI, 2013). Além disso, o ensino, ao focalizar na “identificação de termos ou na primazia da estrutura sobre a forma” (SANTOS; LIMA, 2013, p.4) dos seres vivos conduz os alunos a uma mera apropriação passiva, sem reflexão, interpretação e generalização.

Outro fator que parece influenciar os alunos, segundo esses professores, são as características que acreditam ser específicas de determinados seres vivos, como por exemplo, a fotossíntese para as plantas e estruturas de alimentação que se abrem e fecham similares a uma boca e, portanto, correspondendo aos animais, direcionando assim automaticamente sua classificação. Essa visão, principalmente relacionada às plantas, é considerada na literatura como um tipo de antropomorfismo atribuído pelos estudantes a elas, uma vez que as associam diretamente aos hábitos e necessidades humanas, como a fabricação do alimento, a necessidade de alimentação e a dependência de água (BARMAN, et al, 2003; VENVILLE, 2004).

Sforni (2004) explica que, para a resolução de problemas práticos, a identificação dos objetos e o conhecimento de suas características externas tendem a ser suficientes. Entretanto, para diferenciá-los entre si, uma compreensão teórica é fundamental, por isso a importância do entendimento dos conceitos biológicos.

Solange: O cogumelo ((os alunos)) sempre falam que é um vegetal.

Ricardo: Vegetal, realmente.

Solange: Nunca é... Nunca::: param pra pensar que realmente é um fungo. Nunca. É um vegetal.

P. Mod.: O que será que faz com que eles pensem dessa forma?

Solange: Olha, eu acredito que seja por pensarem que seja comestível também, né? Porque tem uns tipos comestíveis mais também aqueles que não são né?, então eu acredito por também existirem os comestíveis eles já meio que... agrupam. [...]

Solange: A plantinha carnívora eles colocariam como sendo do reino animal.

P. Mod.: Mesmo tendo essa estrutura...

Solange: Aham.

P. Mod.: Já aconteceu?

Solange: Aham. Já perguntaram referente a plantinha carnívora é um animal né? Ela come ela tem a boquinha. Eu, não gente, não é. Pertence ao reino dos vegetais. Pertence às plantas.

PC: Por causa da forma de alimentação né?

Solange: Exatamente.

P. Mod.: É por que é carnívoro né?

Solange: Porque eles também têm aquela... aquela visão que os seres vivos do reino das plantas só fazem fotossíntese, então como ela é carnívora eles pensam que não fazem fotossíntese só comem mesmo o inseto.

Ricardo: Eles perguntam se ela se alimenta então não precisa realizar fotossíntese. Já me perguntaram.

Solange: Éh. Já me perguntaram também. [...]

P. Mod.: A gente tem alguns casos aí nessas fotos ((FIGURA 19)) que saem dessa regra.

Solange: Exatamente.

P. Mod.: E o quê que eles fariam sobre isso?

Solange: Ah nesse caso ele ((molusco fotossintético)) seria uma planta mesmo. Por exemplo, as algas azuis né?, elas estão lá no reino monera elas não são consideradas plantas né?, mas mesmo assim ainda realizam fotossíntese. Mas não é uma planta. [...]

Ricardo: A bactéria. Tem bactéria que realiza fotossíntese. [...] (destaques nossos).

Segundo esses professores, os alunos manteriam uma relação apenas com o mundo animal e vegetal, sendo suas primeiras opções para o agrupamento de qualquer organismo. Os demais reinos vivos devem sempre ser lembrados pelos professores, mas ainda assim, numa prática real, os alunos manteriam um afastamento dos seres que os representam. O que demonstra “que o ensino tradicional de Zoologia e de Botânica se reduz a um processo de memorização de características, sem que se componha uma unidade clara do ponto de vista biológico ou filosófico” alerta Amorim (2008, p.127). Além disso, é preciso considerar a extrema abordagem dada principalmente ao grupo dos animais, seja na mídia, literatura, ou mesmo livros didáticos, que também contribuem para o não reconhecimento de outros grupos vivos como fungos, bactérias, protozoários etc.

Acreditamos que os referidos alunos considerem que os animais e as plantas são seres estritamente macroscópicos. Por isso, ao ver uma imagem sem escala, relacionam seres como bactérias, paramécio e ameba aos animais, em decorrência de sua estrutura, uma vez que não são suficientemente “verdes” para serem enquadrados às plantas, como Solange destacou anteriormente com relação ao molusco fotossintético que, “*nesse caso [...] seria uma planta mesmo*”. Isso nos leva a entender também que parte dessa compreensão advém do ensino, já que esses seres, quando estudados, são considerados

patógenos. Isso porque muitas vezes se é dada atenção ao aspecto sanitário dos microrganismos no acometimento de doenças relacionadas aos humanos, principalmente nas séries finais do ensino fundamental, na disciplina de ciências, conforme destaca Amorim (2008):

Em várias séries, [...] os conceitos de saúde costumam preceder uma compreensão mais ampla dos problemas biológicos envolvidos. [...] é possível utilizar esse conceito de ordenamento dos grupos [...] na apresentação de outros grupos, como bactérias, vírus e organismos eucariotos unicelulares. Isso integraria a compreensão dos grupos, seus ciclos de vida e suas características biológicas [...]. Muito da parte aplicada do conhecimento biológico está ligado a doenças humanas. A compreensão da natureza das bactérias e dos vírus faz com que seja fácil compreender a biologia das doenças parasitárias e infecciosas e das ações de prevenção. Animais e plantas também adoecem por viroses e infecções bacterianas! (AMORIM, 2008, p. 141-142).

Na contramão, observemos como esses aspectos são considerados nos discursos dos professores ao relatarem o comportamento de seus alunos diante da tarefa de classificar figuras de seres vivos:

Ricardo: Porque realmente quando você fala de fungo e fala orelha de pau fungo eles se espantam.

Solange: Eles se espantam... verdade.

P. Mod.: É porque ela lembra mais uma madeira mesmo né?

Solange: Isso. Outra coisa, parece que quando eles se assemelham alguma coisa que eles veem sempre, conseguem ver, parece que eles meio que se assustam. Nossa então aquilo ali era um fungo? E eu sempre vejo? Né? Então eles também têm esse impacto.

Ricardo: ((inaudível))

Solange: Nossa, então aquilo que a gente come na pizza é um fungo? Eu, é, é um fungo. Então assim, parece também que eles têm aquela ideia de que um fungo pode ser só...

Ricardo: Coisa ruim

Solange: Prejudicial né? Que é ruim.

Ainda partindo do ponto de vista de seus alunos, nossos pesquisadores destacaram o desconforto ao qual seus alunos são submetidos quando se depararam com indivíduos que não conseguem classificar segundo a lógica visual, estrutural ou de características específicas que acreditam ser individuais para cada grupo. Como exemplo, foram citadas anteriormente as algas azuis e os moluscos fotossintéticos. Aqui se demonstra também a problemática dos vírus. *“Com relação aos vírus eles ((os alunos)) também têm essa dificuldade de entender o porquê que ele não vai se encaixar em nenhum desses reinos,*

né? Existentes. Então, pra eles ((os alunos)) também compreenderem isso, que eles ((os vírus)) são acelulares, porque que eles ((os vírus)) não são vivos. [...]” (Solange).

Mesmo do ponto de vista do aluno, nossos pesquisados demonstram o movimento da certeza no enquadramento dos seres nos reinos animal e vegetal tendo em vista as características das quais lançam mão para ordená-los, em direção à dúvida, pois nem sempre a lógica ou critério de classificação é aplicável a todos os seres. Contudo, o mesmo movimento, da convicção ao questionamento no que diz respeito à classificação, está presente no posicionamento dos sujeitos, enquanto professores.

Ao assumirem a postura enquanto seus alunos, os professores não consideraram o uso das características indicadas referentes aos indivíduos a serem classificados, o que nos sugere que, para eles, seus alunos não se atentariam a esse fato. Ao se depararem com os vírus, por exemplo, Solange destaca que os alunos não conseguem entender por que o vírus não tem reino, *“eles também tem essa dificuldade de entender o porquê que ele não vai se encaixar em nenhum desses reinos, né? Existentes. Então, pra eles também compreenderem isso, que eles são acelulares, porque que eles não são vivos”* (destaque nosso). Os professores também deixam claro em seus discursos que os alunos trabalham com conceitos estanques, isolados, *“aquela visão que os seres vivos do reino das plantas só fazem fotossíntese, então como ela é carnívora eles pensam que não fazem fotossíntese só comem mesmo o inseto”*, complementa Solange. No entanto, como demonstramos no discurso de Solange anteriormente, o encaixe fechado em categorias também é parte de seus discursos como professores.

Muito do que ensinamos e, conseqüentemente, do que os alunos compreendem e empregam está diretamente relacionado à forma como ensinamos e à linguagem da qual fazemos uso para transpor um determinado conhecimento. Provocando, além de dificuldades de aprendizagem, o desinteresse, conforme destaca Amorim (2008, p. 125), *“[...] uma didática fundamentada na memorização de nomes de grupos e de características, sem integração interna, sem conexão com o conhecimento de outras áreas e sem apelo ao saber pessoal dos alunos em suma, pouco atrativo para discentes e docentes”*. Veremos no discurso de Solange, nesta e em amostras discursivas futuras, que a percepção que expressa o ponto de vista dos alunos, no que diz respeito à classificação, é um reflexo da forma e linguagem que utiliza para ensinar este conteúdo. *“[...] sempre que eu vou passar essa parte, falar dos cinco reinos, não sei nem se é a forma correta mesmo pra que eles aprendam de verdade né? Mas assim, eu sempre coloco cada reino, todas as estruturas, as*

características presentes em cada um né? Em cada reino. Cito até além dos seres vivos que é citado ali no livro né?”(Solange).

Como consequência do ensino fragmentado das características dos seres vivos e da falta de alternativa para fazê-lo, como é expresso pela dúvida da professora, é comum que percepções como a citada a seguir sejam frequentes em seus alunos:

P. Mod.: E pra ajudar né esses dois seres aqui ((ovelha e lesma do mar)) foram recentemente descobertos no Japão e são dois representantes do reino animal.

PC: Dois moluscos

Solange: Ai legal!

P. Mod.: Não sei se:: eu fiquei conhecendo recentemente. Então é um molusco, uma lesma, chamada lesma do mar e essa aqui é ovelha do mar. E elas têm então né os cloroplastos e realizam fotossíntese. Isso tem causado nos nossos alunos, mais velhos, mais novos, um impacto muito grande. Então a gente fica pensando na cabecinha dos alunos que saem dessa estrutura que você falou, que possibilidades que se passam disso ter acontecido. Será que eles teriam uma explicação pra isso, ou será que vocês acham que não, que não conseguiriam ter uma explicação do fato de um animal conseguir fazer fotossíntese?

Solange: Então... eu acho que assim na cabecinha vai ficar uma interrogação sabe? Porque se é um molusco tem que ser um animal.

Ricardo: E por que que não é?

Solange: E por que que não é né? Por que que faz a fotossíntese? É bem interessante né? Assim, quando já... provavelmente, posteriormente, já vão ser inseridos lá no livro didático, lógico que vai levar um certo tempo né? Mas quando virem lá é um molusco, vai causar um impacto.

PC: Fazem fotossíntese, mas não é planta?

Solange: É então.

Observe que em nenhum momento desta interação os professores levantam a possibilidade de uso de aspectos evolutivos como alternativa para lidar com a questão problemática a que foram colocados, mesmo tendo sido provocados pela pesquisadora: *“que possibilidades que se passam disso ((animal fotossintético)) ter acontecido”*. O tratamento incipiente da evolução na Educação Básica também foi notado na recente pesquisa de Lessmann (2017).

O que norteia, ou justifica, a ausência da discussão evolutiva ou mesmo holística acerca da diversidade de seres vivos dentro do conteúdo classificatório novamente é a forma com que ele tem sido historicamente ensinado. Para Amorim (2008, p. 125), “as grandes mudanças com relação à compreensão da diversidade biológica no âmbito de uma visão evolutiva, proposta no século XIX, por diversos motivos não chegaram ao ensino de

Zoologia e Botânica mesmo no início do século XXI”. Novamente resgatamos a fala de Solange que demonstra esse entendimento:

Assim, pra tentar classificar realmente direitinho assim, levaria um certo tempo e uma dificuldade pra que eles entendessem que não é... sempre que eu vou passar essa parte, falar dos cinco reinos, não sei nem se é a forma correta mesmo pra que eles aprendam de verdade né? Mas assim, eu sempre coloco cada reino, todas as estruturas, as características presentes em cada um né? Em cada reino. Cito até além dos seres vivos que é citado ali no livro né?(Solange).

A ideia de “*classificar realmente direitinho*”, expressa pela docente, induz um entendimento fixo, imutável da classificação biológica, que não permite dúvidas ou mudanças, algo que nem a ciência e muito menos a vida biológica são. Para Santos e Calor (2007, p.1), “Por ser o arcabouço estrutural das ciências biológicas, a teoria da evolução pode funcionar também como o princípio organizador do ensino de biologia”.

No caso do ensino de Zoologia e Botânica, no entanto, o problema é particularmente atípico. Em uma época em que, na comunidade científica, não se questiona o conceito de evolução, a compreensão de alguns aspectos mais profundos da teoria evolutiva e de suas implicações ainda é consideravelmente limitada. (AMORIM, 2008, p.126).

Embora os professores assumam uma determinada postura no ensino da classificação, refletem também para aspectos contraditórios em seus próprios discursos e na prática de ensino a qual se submetem, especificamente quanto à importância da classificação e ao modo com que é apresentada no ensino, algo que é reconhecida embora, até então não questionada nos discursos anteriores.

P. Mod.: Dessas mudanças que a gente está vendo, essa mudança que tem acontecido no ensino de ciências tem afetado alguns conteúdos? Em que medida que isso está envolvendo a classificação? Vocês têm percebido essas mudanças na classificação? Ou vocês não sentiram muita diferença ao longo dos anos no ensino da classificação.

Solange: Olha, vai havendo realmente as mudanças né, mas mesmo assim, nós trabalhamos de acordo com o conteúdo básico curricular do aluno né. E lá no conteúdo básico afirma né?, tá lá que nos temos que trabalhar classificação, só que essa classificação ela já não é tão aprofundada. Né então, assim, é:: e a cobrança que tem também pra nós acaba que as vezes a gente deixando alguma coisa meio que vaga né?, justamente por conta do tempo que nos temos que trabalhar outras partes dos conteúdos também com os alunos. Então eu acredito que fica meio vago assim essa questão. Parece que a abordagem não fica tão é::

digamos que assim... completa. Então eu acho que sempre deixa alguma coisa a desejar. [...]. Se fosse pra gente seguir realmente o livro que é proposto pra gente trabalhar... éh:: fica muito vaga a parte da ciências em si. Muito mesmo.

P. Mod.: Então vocês selecionam por fora.

Ricardo: É a gente pega o livro... porque igual ela tá falando aí, parece que o conteúdo eu não sei ... dá impressão que não há biologia... é como se fosse citado algumas coisas. É pra dar isso, mas não sabe por que que é, como é que é.

Solange: Eu particularmente acho ele bem ruim. E não tem a parte da classificação, a taxonomia não tem. Nada. Então assim, a gente tenta comparar por fora mesmo. Porque assim, nós acreditamos que seja importante pros alunos entenderem essa classificação, entre outros conteúdos também.

Observamos que embora a classificação seja um conteúdo importante, ela é pouco explorada e vaga devido à necessidade de cumprimento de prazos e demais conteúdos. Além disso, o respaldo que professores e alunos têm, considerando o livro didático como um material complementar, é ínfimo, como disseram os colegas professores. A falta de suporte material e até mesmo de informação leva os professores, quando expostos aos aspectos mais atuais da classificação, como a existência de 6 reinos trazida pelo texto História da Classificação Biológica (APÊNDICE 5), a demonstrarem suas deficiências formativas e pedagógicas e reconhecerem que o conteúdo de classificação é mais do que a categorização em caixas fechadas, é questionável e é dinâmica.

P. Mod.: E aí gente o que vocês acharam? ((do texto lido))

Solange: Bem interessante o texto.

Ricardo: ((inaudível)) que agora no livro didático vai vir seis né? ((inaudível)) [...]

P. Mod.: O quê que chamou atenção?

Ricardo: Cada vez mais que a gente conhece não só fisicamente a estrutura, mais a tecnologia nos estudos, tá... consegue se distinguir mais seres. Tipo assim, quando eles começaram não tinha microscópio, então foi uma coisa mais visual, sei lá. E se olha assim e fala, ah, mais isso aqui tá dentro do reino aí vai estudar a evolução aí você vê que não tem nada a ver. Por exemplo, eu nunca ouvi falar do sexto reino. Já ouvi falar assim que não estava completamente resolvido...

Solange: Que haviam né? as pesquisas... mas que não era...algo concreto mesmo.

Ricardo: Tô vendo agora aqui.

Solange: Realmente é algo novo pra nós.

Destacamos na fala de Ricardo a compreensão de que a classificação não é tão imutável quando parecia e que a ciência está sempre a questionando, tendo em vista os novos conhecimentos construídos na área biológica e os instrumentos desenvolvidos. A

descoberta de um sexto reino, ainda mais por não estar no livro didático, foi espantosa ao professor.

Cada vez mais que a gente conhece não só fisicamente a estrutura, mais a tecnologia nos estudos, tá... consegue se distinguir mais seres. Tipo assim, quando eles começaram não tinha microscópio, então foi uma coisa mais visual, sei lá. E se olha assim e fala, ah, mais isso aqui tá dentro do reino aí vai estudar a evolução ai você vê que não tem nada a ver. Por exemplo, eu nunca ouvi falar do sexto reino. Já ouvi falar assim que não estava completamente resolvido...” (Ricardo, destaque nosso).

Percebemos nesse discurso que a evolução começa a aparecer como possibilidade explicativa das mudanças na biodiversidade, mas isso ocorreu ao serem provocados com problemáticas das quais não tinham até então sido expostos, no caso, a reclassificação de organismos antes tidos como certos em reinos como o Protista. Problemáticas indispensáveis à compreensão da biologia que permeiam a ciência há mais de uma década, mas que não chegaram às salas de aula da Educação Básica.

Por fim, os professores reconhecem que grande parte do conhecimento da área, o aspecto científico da classificação biológica, é constituído durante a prática docente, seja por meio de leituras adicionais, mas particularmente por meio do livro didático. Ou seja, o conteúdo e a amplitude com que ele será abordado no ensino de Ciências e Biologia estão estritamente relacionados ao acesso que o professor tem a esse conteúdo, seja mediante os conhecimentos que já tem do tema, ou pelo que o livro didático traz. Assim, informações que atualizam a classificação, por exemplo, quando presentes no livro, mobilizam o professor a procurar entendê-las. Por outro lado, se o livro reproduz o conhecimento canônico de décadas atrás, o professor muitas vezes, intencionalmente ou não, também acompanha esse retrocesso. Um fato que chama atenção, já que “[...] a dinâmica no ensino da ciência, com a substituição dos velhos por novos paradigmas no conteúdo das várias áreas, ainda é um objeto de investigação relativamente pouco explorado” (AMORIM, 2008, p. 126).

P. Mod.: Taxonomia, sistemática e classificação eram sinônimas para vocês ou vocês já tinham uma ideia de que eram diferentes os termos?

Solange: De acordo com o que a gente vai trabalhando lá na sala de aula realmente, é que o entendimento ele vai sendo constante né? Então assim, já é algo que a gente já tinha uma noção. Mais por quê? Por conta da vivência mesmo da sala de aula. Porque como você havia perguntado antes se nós já havíamos visto né, estudado até na época da faculdade. Eu

particularmente, não vi, essa parte. Não mesmo. Não foi falado, abordado, nada sobre isso mesmo. Então, eu vim entender realmente quando eu comecei a dar aula, né? Lecionar, e... claro que na sala de aula a gente tem que ter... tem que ir com um conhecimento, uma preparação muito grande então... foi por conta do estudo mesmo ali em cima que eu vim a ter um entendimento maior a respeito desses três termos.

Ricardo: Na faculdade eu tive bastante dificuldade...

Solange: E essa parte na verdade eu... é uma das que eu mais tenho dificuldade. Pra, pra passar pro aluno, eu tenho bastante dificuldade.

P. Mod.: Você fala dos conceitos aqui?

Solange: Exatamente, aham. Pra passar pro aluno como que é feita essa classificação, por que essa classificação, como surgiu essa classificação...

A menção às dificuldades que ambos os professores demonstraram quanto ao conteúdo de classificação dos seres vivos é um dos motivos que podem justificar o interesse pelo curso de formação continuada. Até porque, “ordenar o conhecimento da diversidade biológica é uma das tarefas mais elementares da Biologia e crucial para todo tipo de uso que se quiser fazer da informação biológica”, ressalta Amorim (2008, p. 128).

A falta de abordagem de aspectos mais atuais nos livros, também constatada por Lessmann (2017), a falta de acesso dos professores a materiais complementares mais recentes ou ainda que o acesso esteja facilitado, a falta de linguagem adequada para a divulgação das produções da ciência no âmbito da classificação biológica são algumas das carências que observamos nos professores Ricardo e Solange. Desse modo, acompanhar a apropriação de qualquer conteúdo relativo ao conteúdo classificatório perpassa também pelo diagnóstico do entendimento e saberes que esses professores têm sobre o tema. O que nos permite compreender porque alguns autores defendem que “a classificação tradicional, incoerente com uma visão evolutiva do sistema vivo, tende a ser abandonada” (LOPES; FERREIRA; STEVAUX, 2008, p. 263), embora os motivos que grande parte da literatura use para justificar esse abandono estejam equivocados quando atribuem a incoerência do sistema tradicional ao suposto essencialismo de Lineu, conforme discutimos no Capítulo II desta pesquisa.

O ensino da classificação e os aspectos inerentes à cultura escolar: um contexto de variáveis.

Ao longo de toda sessão de grupo focal nossos pesquisados exprimiram a palavra “*dificuldade*” por diversas vezes. Durante a análise pudemos perceber que esta dificuldade estava atrelada a diferentes variáveis próprias da cultura escolar, aspectos estes também

observados em pesquisa por Rodarte (2015), de modo que, imputar a culpa dos problemas do ensino da classificação somente aos professores e à sua formação seria olhar sob um aspecto muito estreito do problema.

Dentre os aspectos inerentes à cultura escolar que interferem direta ou indiretamente no ensino da classificação biológica estão os processos de ensino-aprendizagem, as normas da instituição escolar e o conhecimento da disciplina ministrada. Discutiremos cada uma dessas nuances na sequência.

Um dos maiores e mais citados problemas do ensino da classificação, segundo nossos pesquisados, são os processos de ensino-aprendizagem. A aprendizagem, em maior medida, parece afetar seriamente o desenvolvimento do conteúdo escolar, pois ora se tem que voltar o conteúdo que se acreditava estar sedimentado, ora corrigir compreensões equivocadas, segundo eles, formadas nas séries iniciais.

Ricardo: [...] é porque tipo assim, a confusão também está... é porque... tipo assim algumas características eles não conseguem, não é que não conseguem, às vezes não aprenderam ainda né? Dependendo, quando você tá falando, você vê que algumas característica, tipo assim célula, tem a célula procarionte, eucarionte. Então muitas vezes...

Solange: E sempre tem que ficar voltando.

Ricardo: Sempre tem que ficar voltando. Então... dá impressão... dá entender que ao longo do ensino deles lá, vamos supor que você já tá lá na classificação né, as características, muitas características você tem que ficar voltando tudo de novo pra eles poderem entender onde que ele entra, que tá mais próximo dele essas características. Daí você tem que voltar. Daí você para...

PC: Resgatar...

Ricardo: É, resgatar muita coisa. [...]

Solange: Isso, quando de início a gente pergunta: gente quais são os cinco reinos né existentes? Ai eles falam, ah vegetal né, e o animal.

Ricardo: Só os primeiros que vem.

Solange: Só. Aí eu, não, mas e os outros? E a bactéria, onde que se... onde que ela se encaixa? Ah professora aquele nome esquisito né?, diferente. Ah tá, então é o monera né? Aí até que vão entender... é complicado também. Eles realmente, assim, não tem muito entendimento a respeito desses reinos não. É difícil pra eles entenderem.

PC: Eu fico pensando também assim como que eles classificariam exemplo ah... que que é um animal que que é um vegetal, vocês sabem se tem esse feedback, quando fala animal, ah então que que é animal? Como que eles... que critério eles usariam?

Solange: Também pra eles é difícil. É onde que eu disse, parece que assim, eles já vêm com aquela... aquele entendimento lá do início meio que assim errôneo, né? Então até pra gente explicar novamente aquilo, lógico que a gente faz isso, mas assim, até eles colocarem na cabeça novamente é difícil. [...]

Ricardo: [...] toda vez que você for falar... pelo menos acontece comigo, toda vez que a gente vai falar de características tem uma dificuldade de

lembrar eucarionte, procarionte, heterótrofos... você consegue classificar muitas vezes né? Eles tem alguma dificuldade, às vezes eles acham muito nome complicado na verdade. Eles falam assim, eles sabem o que que é mas você pergunta o nome eles ficam...

P. Mod.: Então eles têm um entendimento.

Ricardo: Algumas coisas eu vejo que entendem, mas se, por exemplo, você falar o nome científico, falar, procarionte, possui o que? Ah membrana, mas se for falar carioteca já não lembra... tipo assim, eles tem uma dificuldade pelo menos em algumas coisas.[...]

Solange: Porque assim são dificuldades muito grandes. Porque os termos né? Que são utilizados, por exemplo, a reprodução assexuada, sexuada pra eles ainda é algo novo. Eles entendem o quê que é o sexo, mas não entendem o tipo da reprodução. A formação de gametas eles também não entendem. Que o gameta feminino é o óvulo e que o masculino é o espermatozoide. Eles não têm essa noção. Né? Então assim, às vezes a gente tem que trabalhar muito coisas básicas ali da ciência, da biologia pra eles terem entendimento. Por que realmente às vezes eles chegam ali quase que nem alfabetizados direito. Né? Então, a gente tem que trabalhar isso também.

Os professores destacam a falta de compreensão dos alunos acerca dos seres vivos no que diz respeito a características básicas como célula eucarionte e célula procarionte. Destacam também que os alunos têm dificuldades com conceitos e nomes científicos, mesmo compreendendo sua definição. Estas são as queixas mais comuns dos professores, quando levados a refletir sobre os problemas do ensino de algum conteúdo. Entretanto, muitas vezes o professor demora a perceber que a aprendizagem faz parte de um processo maior que depende também do ensino, de forma que na outra extremidade desses problemas está o modo como se conduz o ensino.

Discutimos na categoria anterior que a forma e a linguagem utilizadas no ensino têm influências em como os alunos aprendem. Chamamos atenção agora para outro aspecto desse processo, as noções pedagógicas do processo, algo em maior evidência nos discursos analisados.

P. Mod.: Proponho uma atividade para iniciarmos a discussão. Tendo esses seres vivos em mente, como seus alunos classificariam?

PC: Não precisam se prender ao que agente aprendeu na universidade...

Ricardo: É difícil pra gente pensar como eles fariam... tô pensando no que talvez eles...

Solange: Éh:: verdade... [...]

Solange: O cogumelo ((os alunos)) sempre falam que é um vegetal.

Ricardo: Vegetal realmente.

Solange: Nunca é... Nunca... param pra pensar que realmente é um fungo. Nunca. [...]

PC: Eu fico pensando também assim como que eles classificariam exemplo ah... que que é um animal que que é um vegetal, vocês sabem se

tem esse feedback, quando fala animal, ah então que que é animal? Como que eles... que critério eles usariam?

Solange: Também pra eles é difícil. [...]. Então... eu acho que assim na cabecinha vai ficar uma interrogação sabe? [...]

Ricardo: Assim, como professor eu acho que [...] é muito pouco tempo pra você falar com aluno. Você fica muito pouco tempo, acaba muito rápido. Se fala e cada duas semanas tem que ficar voltando. Eu acho muito complicado o tempo. Acho que o tempo... você vai fazer a classificação, igual você falou, então vamos supor que você vai estudar [...]. Acaba que você consegue dar só uma aula, três acabou o ano.

Solange: E até assim, a gente vai explicando e também vão surgindo aquelas dúvidas deles também. Dúvidas que são até pertinentes mesmo.

Ricardo: Que levam tempo...

Solange: Que levam tempo... e a gente tem que revisar, tudo que a gente dá numa aula, na próxima tem que revisar porque senão eles não... perdem mesmo. Então já vai perdendo... perdendo não, eles não estão perdendo porque eles vão aprendendo mesmo né? Mas mesmo assim... [...]

Nossos sujeitos pesquisados demonstram uma tentativa de compreender seus alunos e os motivos pelos quais pensam e como pensam acerca da classificação. Entretanto, vemos que, na maior parte dos diálogos, há um distanciamento dos professores sobre questões básicas como a forma com que seus alunos aprendem, como fariam uma determinada prática, como explicariam determinado assunto etc. Ou seja, há um desconhecimento dos níveis de compreensão alcançados por seus alunos, ignora-se igualmente seus conhecimentos prévios e, com isso, atribuem aos alunos o dever de forçar o pensamento e parar para pensar, “*Nunca... param pra pensar*” (Solange). É preciso considerar que fazer pensar também é parte do processo de ensino, o professor e o conteúdo precisam dar condições para isso e que muitas vezes “o excesso de informação faz com que se perca o foco” (AMORIM, 2008, p.138).

Além disso, o pensamento exige que as informações façam sentido de alguma forma. Não é à toa que muitas compreensões sobre conceitos biológicos são consideradas equivocadas, ou mal compreendidas, isso ocorre quando os elementos que o aluno tem bastam para explicar o que vê, fazendo sentido para ele, acomodando-se. Por isso, “compreender a pergunta e saber respondê-la a partir do próprio conhecimento dos grupos é mais importante do que decorar listas de características ou a própria definição de alguns conceitos”, alerta-nos Amorim (2008, p.138). Associado a isso, é preciso considerar que as normas da instituição escolar não dão tempo suficiente para formação de pensamentos, seja devido aos inúmeros conteúdos a serem cumpridos ou ao pouco tempo de cada aula, como

destacou Ricardo “*você consegue dar só uma aula, três acabou o ano*”. Esse é o segundo aspecto a ser destacado nos discursos.

Não apenas a falta de tempo é recorrente no discurso dos professores (SERPA, et al, 2015), como também as normas da instituição escolar, tais como o cumprimento de programas e conteúdos em cada série:

[...] nós trabalhamos de acordo com o conteúdo básico curricular do aluno né? E lá no conteúdo básico afirma né, tá lá que nós temos que trabalhar classificação, só que essa classificação ela já não é tão aprofundada. Né então, assim, éh:: e a cobrança que tem também pra nós acaba que às vezes a gente deixando alguma coisa meio que vaga né, justamente por conta do tempo que nós temos que trabalhar outras partes dos conteúdos também com os alunos [...] (Solange).

O programa a ser cumprido parece ser um grande problema. Como os discursos sugerem, determinados conteúdos são vistos no início da escolarização e são retomados apenas posteriormente. Nesse intervalo de tempo formativo do aluno, alguns conteúdos são destacados historicamente como mais importantes que outros e, quase sempre, conteúdos estruturantes, complexos e fundamentais para o entendimento do todo são deixados por último. Isso é agravado pelo fato de que o professor, embora tenha um currículo a seguir, deva exercer sua autonomia na escolha de conteúdos que considera mais importante. Entre nossos pesquisados, essa seleção parece não ocorrer. Enquanto Solange acredita que “*Tudo é importante. Eu falo que tinha que passar tudo que fala de biologia pros alunos né?*”, já Ricardo: “*Eu penso que tem que começar do básico. Tem que começar do zero. Quando eu começo no primeiro ano, eu ponho biologia, falo quê que é a palavra. Pergunto o quê que é*”.

Por fim, ainda nesta categoria, o conhecimento da disciplina ministrada também exerce influências ao ensino. Entre nossos pesquisados destacamos discursos que sugerem a concepção de uma ciência verdadeira, portanto, os alunos não deveriam demorar a aceitar determinado conteúdo. “*Tem muita resistência também da parte deles*” e “*até que eles vão colocar na cabecinha*”, destaca Solange. A resistência seria o fator associado à má compreensão do conteúdo classificatório? A falta de domínio dos próprios professores sobre alguns aspectos do conhecimento biológico e de como abordá-los sem ser memorístico, bem como a falta de atualização de livros como instrumentos que os norteia, também são unidades de sentido que perfizeram os discursos em destaque.

Ricardo: Esse aqui eu acho que eles iam saber, por causa da estrutura dele.

Solange: É até porque também quando o desenho lá do livro e quando a gente desenha lá na lousa... né no quadro, eh:: bem semelhante também.

P. Mod.: A estrutura do capsídeo né? [...]

Ricardo: [...] pra mim dar aula alguma coisa tem que saber pra dar uma base né. Então, pra eu não falar que eu não sei, nem que for o básico eu vou buscar. [...]

Solange: Que tem muita coisa que a gente tem uma dúvida a gente tem que procurar ali né? Ler num livro, internet ... porque assim, a faculdade em si mesmo não deu aquele respaldo (Destques nossos).

Vimos que as dificuldades dos alunos e professores quanto aos processos de ensino e aprendizagem da classificação não são o único problema a ser enfrentado na escola. Questões inerentes a esse conhecimento biológico são certamente um dos maiores problemas. Por isso, isolando as variáveis que nossa pesquisa não pretende abordar, tais como as que dizem respeito às regras da instituição escolar e que contribuem direta ou indiretamente com a fragmentação do ensino, resultado de um processo histórico, social, cultural e pedagógico que “implica mudanças de cultura escolar” nos seus mais variados aspectos, conforme ressalta Amorim (2008, p. 141), defendemos juntamente com outros pesquisadores (SANTOS; CALOR, 2007; LOPES; VASCONCELOS, 2012) o “uso de filogenias para correlacionar grupos diferentes, características diferentes, tempo e processos evolutivos” (AMORIM, 2008, p. 141). Portanto, é imprescindível que ocorra uma

[...] reestruturação do conteúdo ensinado, de maneira que ideias que têm papel central no conhecimento biológico, como as evolutivas, venham a ter um papel de fato estruturante no ensino e na aprendizagem, potencializando a construção, pelos estudantes, de uma visão integrada do mundo vivo (CARVALHO et al, 2011, p. 76).

Assim, a classificação dos seres vivos poderia ser um desses conteúdos estruturantes para versar sobre importantes noções e que foram essenciais para a adaptação das diferentes populações de seres vivos em determinados habitats, correlacionando assim conceitos de genética, evolução, embriologia e tantos outros, espalhados ao longo da escolarização e abordados unicamente dentro de uma determinada disciplina e em uma determinada série ou ano da educação básica.

Como a Sistemática Filogenética usa a evolução para explicar a classificação?

Nesta última categoria do *corpus* analisado proveniente da sessão de Grupo Focal, observamos nos discursos dos sujeitos participantes do grupo focal noções isoladas de evolução e Sistemática Filogenética, bem como um isolamento ainda maior em como esta última usa a evolução para explicar a classificação.

A dificuldade que os discursos de nossos sujeitos demonstram em responder à pergunta central de nossa categoria se deve primeiramente à ausência do conhecimento sistemático filogenético, em específico, à ausência do entendimento acerca da filogenia. Associadas a isso, estão as incompreensões acerca da evolução e o desconhecimento dos seus mecanismos de ação. Vejamos, primeiramente, como a noção de evolução percorre a sala de aula desses professores:

Ricardo: [...] lá na classificação né? As características, muitas características você tem que ficar voltando tudo de novo pra eles poderem entender onde que ele entra, que tá mais próximo dele essas características. [...]

P. Mod.: Quando a gente fala, mais próximo eles conseguem associar esse mais próximo? Em que sentido eles[...]

Solange: Nem sempre eles conseguem, acontece também com você Ricardo?

Ricardo: Acontece, é às vezes você fala, por exemplo, é primo, eu sempre tentei, aí dá muita atenção assim, eu, na hora que tava explicando aqui... a evolução né... a:: a:: a filogenética mesmo, aí às vezes não consegue entender que daquele ramo surgiu uma característica que deu origem a esse... dá impressão que daquele ali transformou outro. Eles têm, às vezes, essa dificuldade de uma característica só. Essa característica surgiu nesse indivíduo. Aqui surgiu essa característica, surgiu outro... esse aqui também tem só que ele é outro... eles acham que daquele ali surgiu um outro

Solange: Exatamente. Algo semelhante acontece quando fala assim que éh... fala da questão do ser humano e os macacos né? Ah professora, nós viemos dos macacos né? Uai gente, não. Assim, nós, é como se tivéssemos um parentesco porque viemos de um mesmo ancestral comum. Né? Então pra explicar isso também até pra eles entenderem é complicado. Né? Até que eles vão colocar na cabecinha que nós não somos, não viemos dos macacos é difícil. Né? Muitos já vêm também lá... digamos que lá educação infantil, digamos assim que trata também um pouco da evolução, eles já vem com essa mentalidade. Então até que a gente vai trabalhar mais uma vez e mostrar que realmente não é isso, leva um tempo. [...]

Ricardo: Geralmente, quando, às vezes, tá... a gente tá falando isso aí... alguns perguntam... quando vai falar evolução com eles, ah, porquê? Pode ser que amanhã surja uma outra característica... aí você entra na evolução. Uns acham que evolução é o passar do tempo. [inaudível] eu vejo isso, porque, às vezes... pra eles poderem entender que nada é só aquilo ali né. Que pode estar surgindo... [...]. Que essa explicação não é engessada, vamos dizer assim. Tento mostrar isso pra eles. Eu falo, oh amanhã pode descobrir um outro bicho assim... igual ornitorrinco. Então

eu tento fazer isso. [...]. Eu gosto de sempre fazer uma comparação. Nesse caso assim da classificação, tá vindo lá? Não tinha, aqui já apareceu, tipo assim, pra poder ver as características e porque que enquadra ali muitas vezes. Mas é igual a gente tá falando, o tempo é muito...

P. Mod.: Vocês mencionam bastante na fala de vocês a evolução.

Solange: Acho que se a gente não falar a respeito da evolução, acho que parece que daí vai se perdendo mesmo.

Ricardo: Aí fica meio complicado também pra explicar pra eles como que funciona evolução, eles pensam que evolução ocorre do dia pra noite daí você tem que explicar que não, daí se entra, às vezes falar de Darwin também, você fala de seleção natural eu vejo que muitos não conseguem entender, às vezes você demora muito mais tempo, pra poder chegar depois como que surgiu por causa que o meio que modifica. Na verdade, é o meio que seleciona. Então eles têm muitas dificuldades, eles acham que, vamos supor, tá frio meu corpo vai se transformar e não que tem uma variabilidade e eu crio uma adaptação aquilo e vou passar para os meus descendentes. Aí, às vezes, se falar em evolução, fica pior. Então, às vezes, você tem que falar com exemplo pra poder falar né?

P. Mod.: Então você trabalha junto, você...

Ricardo: Nesse caso aqui, eu tento mostrar a evolução pra mostrar como que surgiu. Na classificação não tem como você falar que surgiu... sem falar da evolução. Então quer dizer, eu falo assim geralmente, daqui a alguns anos pode acontecer outra coisa totalmente diferente do que está hoje. Mas daí tem que entrar como que o meio seleciona (Destaque nossos).

No ensino da classificação dos seres vivos um dos conhecimentos mais importantes para a compreensão da dinâmica dos organismos biológicos ao longo da história da vida na Terra é a evolução. Ainda assim, a compreensão de importantes aspectos da teoria evolutiva e os mecanismos que permitem a ocorrência da evolução é limitada (AMORIM, 2008). Observe na fala de Ricardo que a noção de proximidade está relacionada a parentesco, e esta, mais associada ainda à ideia de genealogia, por isso utiliza-se do exemplo “*primo*” na tentativa de alcançar a compreensão dos alunos. A associação de cladogramas à genealogia também foi observado por Guimarães (2005).

Evolução parece ser também a mesma coisa que filogenética quando é, na verdade, somente um dos aspectos desenvolvidos na teoria. Embora seja o mais importante aspecto, tem-se “*dado ênfase tão grande ao processo que explica a mudança e conferido menor importância à contribuição mais original do darwinismo: a percepção da existência de uma filogenia*”, destaca Amorim (2008, p. 132). Liporini (2016, p.51) também destaca a importante “conexão entre os assuntos abordados pela Sistemática e Taxonomia com aqueles abordados pela Evolução”.

Ainda no discurso de Ricardo, percebemos a emergência de noções de Sistemática Filogenética ao dizer que explica aos alunos que *“naquele ramo surgiu uma característica que deu origem a esse”*. Ricardo se queixa da compreensão que os estudantes parecem ter: *“dá impressão que daquele ali transformou outro”*, *“eles acham que daquele ali surgiu um outro”*. Não estaria na forma ou na linguagem utilizada por Ricardo a origem da incompreensão dos alunos? O que é *o ramo* para o aluno? Provavelmente apenas um risco sem sentido do porquê está lá, de onde surgiu e do que representa para a biologia.

O cladograma enquanto elemento passível de dedução traz em si capacidades de informar e sintetizar os conhecimentos sobre evolução porque o conteúdo implícito nele permite ser lido de forma conceitual a partir do entendimento dos conceitos envolvidos. Por exemplo, podemos fazer a leitura da filogenia de todos os organismos, ou apenas de um pequeno grupo dentre eles. O cladograma é a representação gráfica que procura traduzir as relações de parentesco entre as diferentes espécies ou grupos de espécies (ALMEIDA; ARAÚJO; TORRES, 2007, p. 2).

A dificuldade na compreensão das relações filogenéticas existentes entre os seres vivos é um fato entre alunos (ALMEIDA; ARAÚJO; TORRES, 2007; MIANI; BRANDO, CALDEIRA, 2014; SANTOS, 2014). Lopes, Ferreira e Stevaux (2008) acreditam que a incapacidade dos alunos identificarem caracteres compartilhados por outros grupos em uma árvore filogenética pode estar associada à estrutura do sistema lineano, que enquadra as características em caixas isoladas. Nós, por outro lado, acreditamos que o problema maior está no desconhecimento da leitura e interpretação correta do cladograma, que perpassa pela capacidade de um entendimento evolutivo.

Os eventos evolutivos expressos nessa árvore descrita por Ricardo em suas aulas são vistos separadamente, e não pelo viés do fato que o ramo nada mais é do que uma história evolutiva de organismos de um determinado tipo e que em algum ou alguns dos representantes desse grupo uma característica apareceu em seu genótipo e foi selecionada por pressões do meio em que vivia, sendo, portanto, repassada aos descendentes desse indivíduo, o que modificou a população inicial causando uma cladogênese ou, em outras palavras, o surgimento de novas espécies a partir de um ancestral comum mais recente. Esta é uma das explicações contidas na representação de um ramo que ultrapassa a linguagem que *“naquele ramo surgiu uma característica que deu origem a esse”*.

O fato de o aluno ver na representação em árvore um determinado evento evolutivo ou uma característica e o nodo terminal com o indivíduo representado e dizer que *“daquele*

ali surgiu um outro” não está errado se considerarmos que é realmente isso que ele está enxergando. Faltam, ao aluno, os instrumentos teóricos e metodológicos para a interpretação evolutiva dessa representação, assim como aos professores, para ensiná-la.

Outra incompreensão que percorre os discursos de Ricardo e que transparecem também no entendimento dos alunos é a noção de tempo em evolução: *“eles pensam que evolução ocorre do dia pra noite daí você tem que explicar que não”*. Entretanto, Ricardo usa em seu discurso explicações que induzem concepções equivocadas do tempo evolutivo: *“Pode ser que amanhã surja uma outra característica”, “pode estar surgindo”, “Eu falo, oh amanhã pode descobrir um outro bicho assim”, “eu falo assim geralmente, daqui há alguns anos pode acontecer outra coisa totalmente diferente do que está hoje”*.

Solange, por outro lado, tem dificuldade na explicação da relação entre macacos e homens. A ancestralidade, conceito envolvido no trecho destacado parece não ser compreendido: *“é como se tivéssemos um parentesco porque viemos de um mesmo ancestral comum”*. A fala de Solange induz-nos a pensar em uma recusa da evolução, uma negação do parentesco com outros animais, ou mesmo especificamente com os macacos, que é reafirmada: *“nós não somos, não viemos dos macacos”*.

As noções de uma evolução determinística (*“Aqui surgiu essa característica, surgiu outro”* (Ricardo)), transformista e espontaneísta (*“surgiu essa característica”* (Ricardo)), a pouca noção temporal e as dificuldades de compreensão de processos como seleção natural são algumas das dificuldades chave apresentadas por professores em pesquisas (VALENÇA; FALCÃO, 2012; LESSMANN, 2017), demonstrando inclusive por que a representação em árvore filogenética, que seria uma grande contribuição ao ensino, muitas vezes cumpre a mesma função equivocada que a representação unidirecional, a conhecida fila indiana, pois a interpretação sem o uso dos conhecimentos evolutivos é deslocada linearmente, gerando a ideia de que *A* dá origem a *B*.

Salienta-se ainda entre nossos sujeitos da pesquisa a compreensão organísmica em detrimento da populacional, fato que também é comum constatar em outras pesquisas (SANTOS; CALOR, 2007; ASSIS, et al, 2008).

Percebemos que falar em evolução é um tópico que gera dúvidas, questionamentos e dificuldades visíveis aos professores *“se falar em evolução, fica pior”, “fica meio complicado também pra explicar pra eles como que funciona evolução”* (Ricardo). Nesse sentido, Valença e Falcão (2012, p.472), destacam que dentre as dificuldades envolvidas no ensino-aprendizagem da evolução estão *“as falhas na formação docente tanto com*

relação à base teórica quanto à pedagógica. Os professores, muitas vezes, evitam debater temas da ciência que podem gerar dúvidas”. Tem-se um paradoxo já que, “*se a gente não falar a respeito da evolução[...]*” a classificação não tem sentido, consideram os professores.

Os professores tentam usar os artifícios que podem para promover o entendimento do conteúdo, seja “*falar com exemplo*” ou mesmo “*fazer uma comparação*”, como destacou Ricardo.

Embora as noções de Sistemática Filogenética estejam presentes de maneira pouco clara nos discursos dos professores pesquisados, observamos que há carência de conhecimento acerca deste tema.

P. Mod.: Eu percebi na fala de vocês assim, que eu trago Sistemática Filogenética aqui da raiz, que o Ricardo falou, [...]Uma questão que ao longo do curso a gente quer trabalhar é a própria sistemática. O que que vocês pensam sobre isso? A sistemática filogenética. Como que vocês tiveram acesso a ela... o contato.

PC: Como compreendem?

P. Mod.: Isso. Saber se vocês têm dificuldades não somente pra aplicar mas às vezes assimilar né?

Ricardo: Interessante você falar que, às vezes, tem certas coisas que a gente tem um pouquinho mais de estudo assim e tem dificuldade de estudar isso. Imagine os alunos quando fala de sistemática filogenética, pensam que somente é cladogramas né? Mas aí, às vezes, eu tenho dificuldade também. Imagina os alunos.

Solange: Eu também tenho essa dificuldade também.

Ricardo: Em compreender algumas coisas assim.

PC: Mas quê que você acha que eles não compreendem? Como faz aquilo lá? Ou porque aquele carácter tá lá e em outro lugar.

Ricardo: Muitos me fazem pergunta como que chegou aquilo lá. Mas como que os biólogos... como que chegaram... então tem muita pergunta desse tipo.

Solange: Isso, o início mesmo, como que surgiu aquilo ali né? De onde que veio?

Ricardo: Porque que... ah, mais como que o biólogo estudou? Tem muito nesse sentido assim pergunta.

Solange: Engraçado que... são assim perguntas que vem de todas as séries, não é às vezes um ano específico. É a curiosidade mesmo.

P. Mod.: Vocês tiveram isso na formação de vocês?

Solange: Não tive.

Ricardo: Eu posso falar que eu tive sim, parte teórica algumas coisas, mas não aquele aprofundamento. Alguma coisa eu tive que ler. Então alguma coisa eu li. Porque pra mim dar aula, alguma coisa tem que saber pra dar uma base né? Então, pra eu não falar que eu não sei, nem que for o básico eu vou buscar. Alguma coisa eu li, mas nessa parte eu não tenho muito assim, falar que eu conheço não que...

Solange: Que tem muita coisa que a gente tem uma dúvida, a gente tem que procurar ali né? Ler num livro, internet ... porque assim, a faculdade em si mesmo não deu aquele respaldo.

P. Mod.: É um conteúdo relativamente novo... e demora pra chegar nos livros, nos conteúdos da escola e a gente se depara com a situação quando você vê uma estrutura dessas, e como que eu vou explicar isso? [...]

Ricardo: Na faculdade eu tive bastante dificuldade...

Solange: E essa parte, na verdade eu... é uma das que eu mais tenho dificuldade. Pra, pra passar pro aluno, eu tenho bastante dificuldade.

P. Mod.: Você fala dos conceitos aqui?

Solange: Exatamente, aham. Pra passar pro aluno como que é feita essa classificação, por que essa classificação, como surgiu essa classificação...

P. Mod.: Porque os sistematas usam um método, mas produzem classificações...

Ricardo: É igual falar sistemática filogenética, que tem a ver com parentesco né?

Ricardo mencionou em um trecho destacado anteriormente que os alunos “*têm, às vezes, essa dificuldade de uma característica só*”, do mesmo modo que Solange encontrou dificuldade na explicação da relação de parentesco entre macacos e humanos. Ambas as noções, explicadas pelos conceitos de autapomorfia e sinapomorfia, respectivamente, são de extrema importância para entender a árvore filogenética, embora os conceitos em si não necessitem estarem presentes em determinadas etapas de escolarização. Contudo, seria imprescindível que o professor os conhecesse para melhor explorar a representação presente em livros didáticos e nos materiais usados com os alunos. Do mesmo modo que o entendimento de estruturas homólogas e análogas poderia ser explorado.

Infelizmente, os conhecimentos de sistemática e filogenética não têm chegado às escolas como deveriam, e muito menos na formação de muitos de nossos professores, seja via formação inicial ou mesmo continuada, conforme destacaram Solange e Ricardo. Disso resultam alguns problemas, como o resgate do conteúdo evolutivo apenas para explicar algo que foge ao padrão na classificação, ou como considerou Ricardo: “[...] *tento mostrar a evolução pra mostrar como que surgiu. Na classificação não tem como você falar que surgiu... sem falar da evolução*”. Nossos pesquisadores admitem a dificuldade com o tema sistemática filogenética, bem como reconhecem a dificuldade que os próprios alunos sentem como um reflexo de seu ensino. Reconhecem que não se trata apenas de cladogramas e destacam desconhecer a origem desse método, sua função e representação. Amorim ressalta que “é necessário compreender o aspecto filogenético da evolução biológica, os conceitos e fundamentos do método filogenético, em alguma extensão as

reconstruções filogenéticas entre os grupos de animais, além da discussão dos aspectos pedagógicos envolvidos” (AMORIM, 2008, p. 143-144).

Portanto, observamos que não basta inserir árvores filogenéticas ou cladogramas no ensino de Ciências e Biologia (SANTOS; CALOR, 2007) como sugerem Silva et al (2013). Do mesmo modo que oferecer ao aluno a estrutura esquemática de um cladograma pronto, já com características autapomórficas e sinapomórficas delimitadas, e pedir para que ele complete com imagens não faz o aluno pensar. Lopes e Vasconcelos (2012, p. 160) também chamam atenção de que a Sistemática Filogenética, como costuma ser tratada em livros didáticos, mostra-se “tão imutável como as normatizações da classificação tradicional, lineana”. O próprio Charles Darwin, ao propor a árvore da vida como analogia que explica a diversidade das espécies, disse que a classificação poderia ser por ela explicada. Isso significa que, quando nos deparamos com as árvores filogenéticas ou cladogramas atuais, estamos diante de uma série de informações que, em primeiro lugar, informam sobre a diversificação das espécies em grandes grupos, a partir de um ancestral em comum. Portanto, faz-se uma classificação. Em segundo lugar, essa representação precisa ser interpretada, já que por si só nada diz. E, por fim, sua interpretação perpassa obrigatoriamente por aspectos evolutivos. Nesse sentido, a ideia de árvore é uma representação abstrata para o aluno e precisa ser mediada pelo professor. Disso resulta que o foco inicial dos trabalhos de mudança na perspectiva de ensino da biologia, deve ser o professor tanto nas etapas iniciais como continuadas de seu processo formativo no sentido de dar-lhes condição de *construir e interpretar* evolutivamente árvores filogenéticas, assim como também defendido pelo PCNEM+ (BRASIL, 2002).

Ao analisarmos, nesta seção, os discursos dos sujeitos da pesquisa submetidos ao grupo focal percebemos três importantes aspectos: a fragmentação do ensino; a falta da perspectiva evolutiva no ensino do conteúdo classificatório; e as deficiências da formação docente no que diz respeito à sistemática filogenética.

Segundo Lessmann (2017), a fragmentação do ensino é também um reflexo do ensino obtido pelos professores ao longo de sua formação. El-Hani (2002 apud Liporini, 2016) salienta ainda que se trata de uma concepção de ensino que se encontra arraigada às instituições escolares, ou seja, à transmissão de conhecimentos fracionados que impedem o exercício de relações acerca do todo. Assim, a falta de perspectiva evolutiva que poderia nortear os inúmeros conceitos na biologia (CARVALHO et al, 2011) se agrava, requerendo com ainda mais urgência a “reestruturação do conteúdo ensinado [...] para uma visão

integrada do mundo vivo” (CARVALHO et al, 2011, p. 76) o que implica em assumirmos que a classificação ensinada em categorias estanques deve ser repensada ou mesmo abandonada como apontam Lopes, Ferreira e Stevaux (2008).

[...] soma-se aqui a importância de introduzir e valorizar os conceitos e conteúdos que são tratados pela Sistemática e Taxonomia Biológica, pois acredita-se que eles podem contribuir de forma satisfatória e condizente com aquilo que é trazido pelos conhecimentos tratados no Reino Animal e no Reino Vegetal, por exemplo, diminuindo assim a significativa quantidade de características que os estudantes têm que memorizar nos respectivos assuntos (LIPORINI, 2016, p. 32)

Por fim, é necessário refletir sobre o ensino superior e as perspectivas formativas de professores de Ciências e de Biologia (LOPES; VASCONCELOS, 2012). Conforme demonstramos nas análises dos professores pesquisadores e taxonomistas anteriormente, a formação docente está sendo cerceada do conhecimento de aspectos que minimizariam a fragmentação e memorização “que percorre o ensino da disciplina Biologia nos anos do Ensino Médio”, já que “a disciplina de Evolução oferecida por essas instituições não se configura como uma possibilidade de integração com os conceitos trazidos pela Sistemática uma vez que ela é ministrada de forma isolada” (LIPORINI, 2016, p. 38-39). Do mesmo modo que os próprios professores formadores, ou pelo menos alguns deles, pesquisados neste trabalho, assumem que não fazem uso das recentes metodologias da classificação o que contribui para o sucateamento dos profissionais que estão formando com vistas à Educação Básica.

É preciso repensar com urgência a formação de professores de Biologia no país para não incorrerem no equívoco de que para ser docente da Educação Básica pública basta saber de aspectos básicos da área ministrada. Concordamos, entretanto que “somente a filogenética não garante um posicionamento dialógico, para tal, deve haver uma postura pedagógica emancipatória” (ROCHA; DUSO; MAESTRELLI, 2013, p. 6) para que o ensino da diversidade biológica possa ser discutido criticamente.

7.3 Interações e Percepções.

Nesta seção apresentamos e discutimos alguns trechos em que ocorreram interações entre os participantes do curso de formação continuada, professor convidado e pesquisadora e que exibem diversas percepções acerca da classificação biológica de

interesse para nossas análises. Os trechos analisados foram separados de modo a demonstrar o fluxo de formação dos sujeitos durante o curso. Desse modo, as análises constituem-se em dois momentos, o primeiro versa sobre aspectos iniciais do curso, percepções e entendimentos acerca da classificação, seu ensino e das mudanças no conteúdo classificatório. No segundo momento é apresentada a dinâmica de compreensão dos sujeitos frente ao conteúdo de Sistemática Filogenética abordado.

1º Momento

Na sequência apresentamos as interações que demonstram as concepções iniciais e construídas durante o curso sobre a classificação biológica, seu ensino na ciência e classificação. Assim, foram delimitadas as seguintes categorias de significado: (A) Aspectos da profissão docente; (B) Classificar é...; (C) A classificação inicia-se com a escolha de um critério; e (D) História e natureza da ciência.

Aspectos da profissão docente.

Novamente percebemos a relação das esferas sociais com a forma de se ensinar e com o conteúdo ensinado em sala de aula.

Um pouco diferente dos aspectos apontados por Solange e Ricardo durante o Grupo Focal, podemos observar nos discursos dos sujeitos do curso de formação uma maior ênfase na formação inicial e na identidade docente. De modo similar, as normas da instituição escolar e o conhecimento da disciplina ministrada também são unidades de significado percebidas durante a análise. Discutiremos brevemente os aspectos que mais nos chamaram atenção.

Dentre os 13 participantes do curso, a identidade docente foi o aspecto que se demonstrou de modo mais sutil em apenas três dos participantes. Bárbara, recém-formada, manifestou o gosto pelo ensino, mesmo tendo em sua licenciatura pouca ênfase nessa área: *“eu gosto muito também da área da licenciatura em si né, então eu acho que cursos voltados pra licenciatura a gente não tem tido tanto”*. Joana, por sua vez, destacou a paixão pela Biologia *“Me interessei pelo curso primeiro porque eu me interessei por tudo que é dessa área e, em segundo, pela dificuldade que eu tenho nesse... na taxonomia”*.

Por outro lado, foi possível também perceber uma resistência à profissão ou mesmo um descontentamento presente na fala de Valdo que inicialmente admitiu a obrigatoriedade da presença no curso ressaltando na sequência que, apesar disso, gosta de participar e aprender. Perceba que entre um discurso e outro Valdo oscila entre a iniciativa e a obrigatoriedade. Infelizmente, o professor não participou de mais que dois encontros.

Por que me interessei pelo curso? A diretora me obrigou a vir no curso ((risos)). Mas eu gosto demais da classificação dos seres vivos. Ela falou que precisava de um representante e tinha que ser da área né, aí sobrou pra mim. Mas eu gosto também de estar participando de curso, é sempre um aprendizado né. Novo. A gente nunca sabe de tudo, não é dono da verdade, e é um tema interessante que eu gosto. Eu acho que... a gente aprende mais” (Valdo).

Questões como a que nos coloca Valdo fazem emergir novamente a questão das regras das instituições escolares. No caso dele, a interferência da parte administrativa e pedagógica dos sistemas de ensino na decisão ou autonomia do professor, resultado da iniciativa da SEE por solicitar a representação de docentes das áreas de Ciências e Biologia para garantir inscitos no curso de formação. Por outro lado, entendemos que esses setores percebem a necessidade formativa dos professores que empregam, do mesmo modo que constata o desinteresse deles por atualização. Como já explicitado, a participação dos professores da Educação Básica em cursos formativos dependem de vários aspectos, entre eles a disponibilidade, a necessidade formativa intelectual e material, este último caso, o certificado, muito embora cursos extensionistas dessa magnitude não contribuam materialmente na carreira do docente, por isso sua procura muitas vezes é alta inicialmente, decaindo ao longo dos encontros, de maneira a restar apenas aqueles que realmente prezam pelo primeiro motivo, a real necessidade formativa intelectual.

Como observado anteriormente durante o Grupo Focal, os professores do curso também apontam aspectos da docência que interferem diretamente no ensino dos conteúdos. Entre esses participantes não foi o tempo o elemento de maior entrave, mas a desatualização dos livros didáticos e o número de conteúdos a serem trabalhados, também constatados por Lessmann (2017).

Alisson demonstra-se incomodado ao perceber, durante a discussão das novas propostas classificatórias, que uma informação importante acerca da classificação não está no livro didático e não esteve presente em sua formação inicial: “[...] eu estava vendo a data aqui, 2004 Cavalier-Smith, já poderia estar inserido na minha formação e nunca ouvi

falar disso aqui". Ivan complementa: “[...]Tem coisa nova aqui que eu nunca vi nos livros...”.

O desconhecimento acerca das mudanças no conteúdo da classificação é atribuído pelos participantes tanto à desatualização do livro didático, quanto à falta de acesso a materiais complementares, como também a deficiências de sua formação. Paula destaca os três aspectos em sua fala:

[...] como professor, a gente se apoia só no livro didático. Às vezes, professor de ciências ter mais acesso a revistas científica, mais acesso a livros que são publicados, por exemplo, esses livros você tem... você está nos oferecendo a referência pra gente ter mais acesso ao meio científico. Porque hoje a gente tem acesso à informação, mas a gente não tem direcionamentos como um pesquisador. [...]. [...] existe pouco material didático. Por exemplo, livro, apoio pro professor universitário trabalhar. Se tem pouco material divulgando pro ensino superior então imagina pros professores, materiais paradidáticos né? Que é pro ensino. Então, por isso que tem essa dificuldade de todos nós trabalharmos essa árvore aí ((referindo-se à árvore filogenética e aos conhecimentos para trabalhá-la)) (Paula).

A fala de Paula, assim como pudemos perceber anteriormente na fala de Bárbara, “*cursos voltados pra licenciatura a gente não tem tido tanto*”, demonstram que a própria licenciatura, no caso de uma universidade pública neste caso específico, deixa a desejar nos aspectos da formação docente, que é seu principal objetivo. Assim, questões sobre como ensinar e como ensinar determinados conteúdos ficam em segundo plano ao mesmo tempo em que conteúdos essenciais para o arcabouço teórico do professor e de qualquer biólogo ficam superficiais ou mesmo desconhecidos.

Partindo do princípio que há um programa curricular a ser cumprido e que neste programa há livros que norteiam a leitura complementar dos estudantes e professores, o mínimo que a formação deveria fornecer são condições de transitar por esses conteúdos. No entanto, como bem lembrou Paula, como o professor irá trabalhar a interpretação e construção de árvores filogenéticas e cladogramas, contidos em livros didáticos e, igualmente, exigidos pelo PCNEM+ se sequer teve esse aprendizado? O distanciamento da escola para com a universidade, também percebida pelos professores/pesquisadores pesquisados anteriormente não pode ser atribuída somente ao desinteresse dos docentes da Educação Básica, mas à própria universidade na figura de seus professores formadores que deveriam possibilitar e fomentar cursos de formação continuada, oficinas, entre outras oportunidades de atualização.

Vale destacar que quanto à produção de material didático para a Educação Básica no que diz respeito à Sistemática Filogenética, nos últimos anos têm sido publicados alguns artigos propondo atividades para construção e leitura de cladogramas sobre seres vivos fictícios (SOUZA et al, 2014; SANTOS, 2014; SERPA, et al, 2015). Santos (2014) ressalta que o uso de seres fictícios nas propostas de ensino da Sistemática Filogenética na Educação Básica se deve “à variedade e complexidade de caracteres dos seres vivos, seria demasiado complexo propor a estudantes do ensino secundário a construção de uma árvore filogenética de grupos reais de organismos”. Contudo, acreditamos que o uso de seres fictícios poderia ser o primeiro passo para o aprendizado da filogenia, que posteriormente poderia se estender a identificação de características de seres vivos reais, ainda que numa abordagem mais simples, tal como foi realizado neste curso em aula prática. Embora em pouco número, esses trabalhos já permitem um contato inicial do professor com o tema. Para a formação inicial, entretanto, excetuando-se Amorim (2002) desconhecemos materiais que ensinam a construção e interpretação de árvores filogenéticas.

Os professores da Educação Básica que sentem a necessidade de complementação e atualização de seus conhecimentos são potenciais pesquisadores que apenas não possuem a orientação nesse sentido. Percebemos isso especialmente nas figuras de Paula, Ivan e Joana, participantes do curso oferecido. Apenas a título de curiosidade, Paula desenvolve inúmeros jogos didáticos, mas até então não havia sido estimulada a publicá-los e, ao perceber o potencial, admitiu não saber os passos da divulgação aos colegas professores que poderiam se beneficiar do material. Hoje concorre a uma vaga no mestrado em ecologia. Ivan desenvolve inúmeros projetos em sua escola a contragosto da equipe pedagógica. Joana trouxe problemáticas ambientais de sua comunidade que gostaria de investigar, mas também não sabia como delinear um projeto, por onde começar. Esses são os professores da Educação Básica que não estão sendo bem aproveitados e lidam com inúmeros problemas relativos ao sistema escolar de suas instituições públicas visando oferecer um melhor ensino de Ciências e Biologia.

Por fim, o número de conteúdos é apontado como uma das problemáticas no ensino da classificação, apontado por Cleo:

[...] quando você trata, por exemplo, nas séries iniciais, é... [...] eles chegam com curiosidade que a gente nem sabe o que que é e tem que ir lá pesquisar. Por que? Que que acontece? Não é... muita das vezes... que nosso conhecimento é superficial é que como é tudo... você tem que passar mais de uma forma enxuta. Então que que você visa? Nas séries

iniciais, pelo menos o conceito básico para que eles cheguem no ensino médio e esse conceito básico, ele seja destrinchado (Cleo).

Cleo aponta que o professor faz algumas opções diante dos inúmeros conteúdos que devem ser trabalhados. Admite o esvaziamento em prol ao trabalho do básico, atribuindo aos níveis posteriores da escolarização o trabalho de aprofundamento nos conceitos. Se essa for uma lógica geral, a fala de Solange durante a sessão de Grupo Focal se confirma. *“eles já vêm com aquela... aquele entendimento lá do início meio que assim errôneo, né? Então até pra gente explicar novamente aquilo, lógico que a gente faz isso, mas assim, até eles colocarem na cabeça novamente é difícil”*, ou seja, o conteúdo biológico é de fato trabalhado sobre uma base pouco sólida muitos anos depois que determinado conceito foi visto por aqueles alunos. Novamente a fragmentação dos conteúdos pode ser percebida nesses discursos.

Classificar é...

É possível ver nos discursos de nossos pesquisados os sentidos que emergem acerca da classificação. Para eles, a classificação transita entre o que conhecemos e o que não conhecemos buscando entender o porquê desses extremos. Para isso questionam o *como* das coisas, usando, além disso, um ou vários métodos, embora Lineu e os cinco reinos seja *o método* destacado em suas falas. O método, ou métodos, por sua vez devem fazer sentido, devem ter uma lógica e seguir uma regra. Ilustramos esses sentidos expressos durante os dois primeiros encontros do curso com alguns trechos significativos:

P. Mod: O que vocês entendem por classificação dos seres vivos?

Paula: É uma forma de organizar os seres vivos por classes... e... saber... organização e também é:: um modo de conseguir identificar se... ele já, já foi descrito ou não. [...]

Alisson: No meu curso a gente sempre falava que na classificação eles sempre davam ênfase na anatomia, na fisiologia, então... Sempre você tinha que... dá um jeitinho de agrupar eles com aquela característica. [...]

Valdo: Também quando você classifica eu acho que você facilita um estudo...

[...]

Maura: Eu tô com ela [Paula], organização em classes.

[...]

Alisson: É uma categoria. Um nível taxonômico. [...]

Paula: É um conjunto. Que eu acho que uma classe é um conjunto de seres que estão dentro de um grupo. Por exemplo, protozoários. Aquilo

ali é uma classe. Éh:: Éh:: bactérias, invertebrados, éh:: éh:: vertebrados. [...]. Tem uma lógica também né?

Joana: Tem que conhecer primeiro as características dele. Do... Do ser vivo que você tá:: tá:: investigando. Tá tentando explicar. Tem que conhecer ele primeiro.

Ricardo: Comparar o modo de vida.

[...]

Paula: Acho que desde o momento que entra na escola tem que ter aquele conhecimento do mundo. Então, quando eu trabalho a questão de classificação eu tô ensinando, eu tô mostrando pra ele que existe os grupos. Grupos de seres, plantas, éh:: animais, éh:: abióticos, a questão do meio. Então eu vou mostrar pra ele como ele vai identificar o que é um ser vivo e um ser que não... é um ser abiótico. Né? Questões do mundo. Terra, ar, os elementos.

PC: Então a classificação é só pra separar? Isso aqui é bicho, isso aqui é outra coisa?

Paula: Não. Não é só isso não.

Ricardo: Eu acho que facilita entender um pouco como surgiu...

Joana: Como que evoluiu.

Ricardo: Isso, vamos supor essas estruturas... acho que a classificação ajuda a entender, a partir de que momento apareceu. Acho que é um pouco nesse ponto de vista.

Alisson: Éh:: por exemplo, eu que tive, na minha graduação a gente saía muito a campo né? Então, uma fruta que você nunca viu na vida, por exemplo, você quer comer aquela fruta, mas você não sabe se é venenosa ou não é. [...]

Paula: Usamos a todo momento a classificação. [...]

Valdo: Se a gente for pensar assim, nesse raciocínio, a gente classifica a todo momento. Por exemplo, nossa mãe quando manda, vai no supermercado compra um quilo de carne. Qual carne? Peixe? De porco? De vaca? Então a gente vai...

[...]

Joana: Eu dou essa... todos os anos eu dou essa atividade de classificar figuras. E eles ((os alunos)) classificam de acordo com o que eles conhecem. Então eles conhecem o que que é planta, eles conhecem o que é animal. Por exemplo, já de cara separam bicho de planta. Aí depois vem as dúvidas. Na onde que eu vou por tipo vírus, ali, aonde que eu vou por? Que que isso?

PC: [...] se pedir pra eles ((os alunos)) definirem será que eles conseguem definir o que realmente é a planta que eles estão comentando?

Joana: Não. Aí você questiona. Eles: não porque eu sei, eu conheço essa planta. Isso aqui é planta carnívora eu tenho lá em casa.

PC: Mas então, veja só. É uma visão que não define o que é. Só fala que tem lá. Daí como alguém falou que aquilo lá é uma planta...

Ivan: É que nem você falou né? É algo que ele trás de casa sem teoria, sem...

[...]

Maura: Ah tem várias formas que poderia né?... ((de classificar)). Assim, eu acho que o principal é definir critério. Definiu critério dá pra refazer tudo de novo...

[...]

Ricardo: [...]Antes eram só cinco reinos agora separou mais... [...]

[...]

Cleo: [...] a gente pode colocar que todas as regras têm exceções e aí nós temos que estudar cada espécie. Então falar dos cinco reinos de forma geral, mas quando você pega uma espécie para estudar você tem que avaliar todas as características dela e é um estudo mais aprofundado. Então, nós estamos falando ali de modo geral a classificação que a maioria dos seres vivos estão contemplados naqueles reinos. Mas que pode existir algum ser vivo que... por mais que a gente coloque ele nessa classificação desses reinos ele pode ter características diferentes que daí nós temos que estudar, caso a caso. Que não é... não é... como é que... não é estático. Que a ciência ela não é estática. Então sempre eu digo pra eles, hoje eu tô passando pra vocês uma coisa e amanhã... [...]

[...]
Alisson: Olha a explicação, eu acho que é a gente abandonar muito do que a gente tinha como verdades né? Verdades... supremas. Ou ampliar, porque a própria questão dos cinco reinos que para mim fazia uma lógica danada, começa a explicar uma encaixa na outra, aí fica confortável. Então... eu acho que a explicação é isso, mudar alguns conceitos... ampliar alguns...

Observe que a classificação agrupa, reúne informações que se conhece e, ao mesmo tempo, separa, mostra o surgimento, ajuda a compreender a evolução. Por isso, é comum que os alunos primeiro separem “*bicho de planta. Aí depois vêm as dúvidas*”, como pontuou Joana, o que sei *versus* o que não sei. Isso se mostra interessante, pois não deveria ser a evolução o caminho para a compreensão da classificação? Entre os pesquisados, o caminho é inverso.

Assim como a função, bastante evidente nos discursos, observa-se que não há uma forma única de classificar. É interessante notar que, embora se mencione o papel da classificação para “*entender um pouco como surgiu*” (Ricardo) e “*como que evoluiu*” (Joana) a classificação, tal como expressa pelos sujeitos da pesquisa, é artificial, pois não visa revelar a descendência, principal função da classificação considerada natural na Biologia. Isso pode ser visto nos requisitos do método utilizado para classificar, ou seja, ter uma lógica, como ressaltaram Paula e Alisson, e seguir uma regra, como apontou Cleo. Nesse modelo artificial de classificação os grupos devem ser enquadrados, dar “*um jeitinho de agrupar eles com aquela característica*” (Alisson), forçar o enquadramento para manter a harmonia do todo. Entre outras coisas, esse foi o motivo da taxonomia ser tão criticada no início do século XX, conforme já demonstramos.

A classificação inicia-se com a escolha de um critério.

Como já observado na categoria anterior, os discursos dos sujeitos oscilam entre extremos do que se conhece ao que não se conhece no ato de classificar. Do mesmo modo, a escolha para iniciar uma classificação depende do estabelecimento de critérios ou parâmetros. Dentre esses critérios pudemos perceber duas vertentes.

A classificação concebida pelos sujeitos da pesquisa parte de uma perspectiva estritamente macroscópica relativa aos organismos. Nesse critério, o que se conhece é critério, parâmetro para se classificar, tais como os aspectos relacionados à função, a morfologia, ao comportamento, ao habitat, ao parentesco e à relação estabelecida pelos seres vivos com o homem.

P. Mod: [...]Qual o princípio que se usa para fazer uma organização?

Fabiola: Função, semelhança né? [...]

Ricardo: Composição química.

Paula: Tem a questão da genética também.

Ricardo: Parentesco.

P.Mod: Parentesco do quê? Quando você fala em parentesco?

Ricardo: Pode ser... tipo assim, evolução. [...]

Paula: Primeiro tem toda aquela questão macroscópica né? Que a gente identifica pelas questões anatômicas. [...]

Ricardo: Comparar o modo de vida. [...]

Alisson: Uma coisa que me fascina é as estruturas análogas.

PC: Hum... com mesma função.

Joana: Morfológicas? [...]

Paula: Porque às vezes, por exemplo, mamífero. A gente tem mamíferos aquáticos, mamíferos terrestres. Aí se fosse... se uma pessoa não tem esse conhecimento... éh:: pensasse que todo animal que vive no ambiente aquático é peixe poderia classificar por exemplo as baleias dentro de um grupo só. Não pela característica...

PC: Os aquáticos.

Paula: É, os aquáticos. E não pela característica de... de... mamíferos. [...]

Alisson: Éh:: [...] uma fruta que você nunca viu na vida, por exemplo, você quer comer aquela fruta, mas você não sabe se é venenosa ou não é.

Observamos que na última fala de Alisson, o professor expressa novamente a classificação artificial constatada anteriormente, o uso meramente pragmático, utilitário da classificação. Isso reflete a lógica da organização na perspectiva macroscópica que foi predominante na atividade prática inicial do curso, na qual eles deveriam classificar diversos seres vivos (cartões com imagens; fotos; ossos, insetos; plantas e peixes) segundo critérios de sua escolha. Ilustramos, a seguir, como amostra do todo, um trecho da interação que mostra como um dos grupos desenvolveu sua classificação pautada na morfologia.

Fabiola: Nosso critério primeiro, a gente pensou em vários, mas daí como a gente achou que ia ficar mais fácil pra dividir em grupos foi pela... folha. Pela folha. Indivíduos né? Porque a gente não sabia o quê que era, mas colocamos como indivíduos, dividir pela folha, pela... parte central dela. Se ela era única, ou uma mão fechada. Ou se ela é aberta, aí são três grupos assim. Esse que ela é uma estrutura única. Essa mais repicada. Essa daqui que era a mais diferente de todas que é uma parte com uma única folha. Então o critério seria a forma.

Cleo: Primeiro critério... formato ((escrevendo no quadro)). E o segundo critério porque dentro do... como ela falou né? No primeiro grupo, formato fechadinho, independente se ela é ovalada ou se ela é mais comprida, mas ela é uma folha única. Não tem... éh:: divisões. E essa aqui tem algumas divisões, então seguindo o exemplo poderia ser a quantidade de dedos... éh:: de uma mão mais ou menos ou então com o de três, quatro ou cinco que a gente chamou aqui de lóbulos. No caso, quando é de um, ele pode ter o aspecto, assim a borda da folha, ser como se fosse uma serrinha. Então, não é lisinha é serrilhada. Então essa é serrilhada, isso... esse é serrilhado, e essa quem quiser se aproximar ela é lisa, ela é mais compridinha, não é ovalada, é lisa. Então pode ser também... e além dessa divisão né? Se ela é serrilhada ou se ela é lisinha na borda da folha, pode ser também pelo aspecto. Então, o aspecto mais ovalado e o outro aspecto mais compridinho. Então, mais comprido. Num segundo grupo, que esse aspecto que a gente chamou de lóbulos né? Que são divisões da folha. Também formado de uma única parte, então nós temos aspecto que parecem também uma serrinha. Né? Serrilhado. Óh, esse menorzinho um pouquinho, a representação também. Aqui já começa a ficar mais lisa essa parte da borda, e chegando aqui quase que completamente lisa sem apresentar a parte serrilhada ou alguma irregularidade na borda da folha. E esse aqui, como nós dissemos, ela é uma parte bem atípica porque ela é completamente diferente desses outros. [...]

PC: E então pessoal?

Ricardo: Olhando assim eu separaria as flores. Depois juntaria aquelas três ali óh... a primeira e a última, visualmente falando né? Primeiro seria as flores, depois seria aquelas que têm... e aquelas últimas que tem o mesmo número de folhas né?

Cleo: Por causa da flor?

Ricardo: É, olhando assim a flor separaria de todos. Aí depois dentro desses dois tirava essas duas... pela quantidade né?

Valdo: Primeiro critério com flores e sem flores.

Ricardo: É.

PC: Critério principal.

Ricardo: Aí depois pelas folhas.

PC: Aí no grupo que tem... tanto flor e folha, seriam as folhas num segundo momento? Aí separaria?

Ricardo: Separaria.

PC: E por fim, aquela toda ramificada?

Ricardo: É.

Fabiola: É que a gente... o aluno dividiria só nesse mesmo. De flor. Depois a gente estava pensando nisso. Porque na visão primeiro do que tem flor e o que não tem. [...]

P.Mod.: Ninguém proporia diferente?

Valdo: Eu vou defender nosso critério ali.

Alisson: Primeiro pela cor. As esverdeadas, as avermelhadas e as amareladas. [risos]

PC: Só que daí então... Você tá considerando a planta inteira né?

Valdo: Se for da folha só tem duas pra mim.

PC: Do jeito que eles estão falando, dá sim óh. Imaginando o que a gente tem né? Os esverdeados, inteiro. Beleza, tinha um grupo. Tinha um grupão... os que tem uma outra pigmentação tipo vermelha separaria. Amarelo, em outra. Daí faria outras subdivisões. [ruídos]

Alisson: Um segundo critério seria com flores e sem flores. Aí o terceiro, formato das folhas. [...]

Por outro lado, os aspectos microscópicos são considerados desconhecidos e, portanto, não utilizados por eles, tais como a genética, as características celulares e a história evolutiva, em especial a origem das células eucarionte e procarionte e suas organelas. Do mesmo modo que os alunos de Joana, nossos pesquisados, ao serem submetidos a organismos diferentes que não se enquadram facilmente seguindo a lógica macroscópica, ficaram em dúvida. Mas, diferente daqueles alunos, esses sujeitos a questionam sobre as fragilidades do critério e sistema utilizado. É interessante notar que esse movimento de considerar as dúvidas do não enquadramento de alguns organismos surgiu após os participantes serem expostos ao texto sobre a História da Classificação. Desse modo, diferente dos discursos ilustrados na perspectiva macroscópica, as amostras de sentido que se seguem correspondem a outro dia do curso no qual tiveram contato com os aspectos da Teoria da Endossimbiose e novas propostas classificatórias.

P. Mod: O que que é novo e que vocês não conheciam aqui? ((texto))

Ricardo: O reino chromista no caso.

P. Mod: O reino chromista.

Ricardo: Os super-reinos aqui. Antes eram só cinco reinos agora separou mais... Agora esse chromista aqui...

Alisson: É... esse chromista...

Paula: Aqui na questão de... procarionte e eucarionte, quando fala que descobriu a história evolutiva né?

P. Mod: A simbiogênese?

Paula: Isso.

P. Mod: A Teoria da endossimbiose.

Alisson: Essa diferença entre simbiose e simbiogênese...

Paula: Eu sabia da questão da célula eucariota ter... havido uma simbiose no passado mas que através disso eles fizeram uma análise filogenética... eu não sabia até então. E aqui fala que a teoria não foi usada por conta da complexidade. Isso eu acho que o aluno ele... ele tem capacidade de compreender isso. No mundo atual que se fala tanto de genética, de produtos... genéticos... então eu acho que poderia.

Ivan: Inclusive essa semana eu tinha falado pros meninos fazerem uma pesquisa sobre a origem da mitocôndria. [...]

PC: Por que há um predomínio dos cinco reinos?

Paula: Talvez porque seja uma coisa mais palpável. Por exemplo, a gente fala protista. Quando vai se discutir existem ainda muitas dúvidas. Porque

é coisa que a gente não vê. É microscópico. Aí bactéria, já é mais falado. Plantas e animais são do cotidiano. Fungos. Os fungos é uma coisa mais... que a gente encontra no cotidiano. Ah, você pode classificar uma orelha de pau; um cogumelo, comestível, não comestível. Então eu acredito que é por isso que é trabalhado cinco. Os seis reinos se a gente fosse trabalhar com eles mesmo, seria mais uma dificuldade, teria que ter mais exemplos, teria que ter mais aparelhos, a gente ter lupas, microscópios, pra desenvolver todos, bem. E... um apoio também científico, porque as vezes como professor a gente se apoia só no livro didático. [...].

P. Mod: E se o professor levar aquelas duas fotos, a da ovelha do mar e da lesma do mar ((utilizadas pelo grupo no encontro anterior))?

Alisson: Pois é. Depois a gente viu que era uma lesma, mas... de cara a gente estava pensando que era uma alface do mar. Eu desconfiava que era um bicho... mimetizado, mais a semelhança com o vegetal é muito grande.

P. Mod: Como é que enquadraria dentro dos cinco reinos, levando pros seus alunos?

Alisson: Pois é...

P. Mod: É animal, vegetal?

Alisson: Agora você me... sabendo que...

Paula: Antes de saber né?

Alisson: Ah antes de saber? Com certeza eu colocaria ele com o reino vegetal.

P. Mod: E sabendo que era ela um animal?

Alisson: Humm... não. Antes.

P. Mod: Sim, mas sabendo que ela era um animal, como o senhor faria para tratar ela em cinco reinos?

Alisson: Humm... aí... é... depois, sabendo né? Eu ia acabar incluindo ela lá nos invertebrados, nos moluscos aí... na verdade...

P. Mod: Em animal?

Alisson: Em animal.

P. Mod: Mas ela faz fotossíntese...

Alisson: Ah tá... ((risos))

Paula: Nos chromistas né?

P. Mod: Mas ela não tem flagelo... não tem cílios então não é chromista.

Paula: Não é chromistas? Piorou então... sei não.

Solange: Bem complicado.

Paula: Essa é a dificuldade nossa, a gente não conhece o mar. Não conhece nada. [...]

Alisson: [...]. E a questão que ela ((Cleo)) coloca das exceções sempre tem que ficar explicando pro seu aluno que você tem um grupo que você classificou lá, mas daí tem as exceções. São aqueles que não se enquadram ali isso é uma prova da vulnerabilidade desse sistema de classificação que está aí. O quanto ele é frágil.

No encontro anterior, os professores Valdo e Alisson classificaram diversos seres vivos ilustrados em fotos (FIGURA 19) cujo tamanho estava sem escala. A classificação morfológica foi feita com base no tom de cor apresentado pelos indivíduos e também pela expressão de movimento em algumas estruturas. Os professores foram colocados em duas

situações de dúvida. A primeira, expressa por Alisson, demonstra que pela figura enquadraria a lesma e ovelha o mar no reino das plantas, devido ao fato de mostrarem coloração verde. Como pudemos ver, após saber da identidade real do ser vivo e suas características, Alisson admitiu a dificuldade de enquadrá-la na categoria estanque de animal, pois características são compartilhadas com outros seres fora desse enquadramento. Naquela ocasião uma situação similar já havia feito Alisson repensar o enquadramento rígido em categorias.

Alisson: [...], por exemplo, pelos. Aqui então, você tem pelo aqui, você tem pelo aqui. Aqui é um... achalote né?. Mas... aí... se olha pra você ver a dificuldade que tem em sala de aula também. Eu falo, pelo é só coisa de mamífero. E falo com eles, isso, isso.... Esse aí é uma aranha.

PC: Peluda.

Alisson: É. E aquela lagarta?... então, aí já é um...você vai apresentar como? Você já tem que esclarecer. É pelo ou não é?

P. Mod: Aí o conhecimento sai da caixinha e força a gente a pensar.

Alisson: Exatamente.

PC: Quando o aluno faz isso ele desconstrói toda a classificação.

Alisson: Toda... desconstrói. É exatamente o que você falou. Pra derrubar o Lineu, basta um menino... do sexto ano.

No trecho destacado, os professores perceberam que definições rígidas e estanques são frágeis na medida em que são passíveis de generalização apenas a alguns representantes dos seres vivos e, ao notarem que outros não se enquadram nessas “caixinhas” de categorização, força a questionar todo o sistema classificatório, “desconstruindo” sua lógica interna. Entretanto é preciso reconhecer que a generalização é necessária para comunicação dos fenômenos e vivências presenciadas, chama atenção Vigotski (2010).

As falas de Paula e Alisson, referindo-se ao uso da Teoria da Endossimbiose para classificar os seres vivos e a fragilidade e vulnerabilidade do sistema de cinco reinos, respectivamente, mostram que a classificação não se baseia apenas em semelhanças morfo e fisiológicas como antigamente se usava. A essas possibilidades somam inúmeras outras, resultado da conquista de teorias e métodos nas Ciências Biológicas. Assim, embora o sistema de cinco reinos, revisado por Margulis considere a endossimbiose, o fato pareceu novo ao olhar dos professores.

História e natureza da ciência.

Nesta última categoria, dois aspectos chamaram nossa atenção nos discursos dos sujeitos participantes do curso. Em primeiro lugar, o não questionamento de fatos contidos no livro didático acerca da História da Biologia. E, por outro, a concepção de uma ciência mutável e dinâmica, o que contradiz o primeiro aspecto, já que se tratou de concepções divergentes, mas que vieram das mesmas pessoas. Observe em especial as falas de Alisson e Cleo. Colocamo-las lado a lado para a análise (QUADRO 11).

Quadro 11- Concepções contrastantes acerca da História da Biologia e Natureza da Ciência.

História da Biologia	Natureza da Ciência
<p>P. Mod: Os cinco reinos que a gente trabalha lá na escola é o da Margulis em geral né? Lineu não está na sala de aula? Então o que está lá na sala de aula?</p> <p>Joana: Está como cinco reinos todos de Lineu.</p> <p>Alisson: É o que o livro didático trás.</p> <p>P. Mod: Os cinco reinos são de Lineu?</p> <p>Ivan: É uma mistura. Tem coisa nova aqui que eu nunca vi nos livros...</p> <p>Alisson: É eles quando falam em reino eles... não necessariamente atribuem a Lineu mas <u>primeiro vem Lineu como pai da sistemática</u>, essa questão da nomenclatura e depois vem a ideia de cinco reinos. E agora que você comentou nos primeiros livros didáticos <u>só se tiver lá embaixo em letras minúsculas dando a autoria</u> mas... não sei, mas geralmente não se fala.</p> <p>Cleo: Muitos livros didáticos também, principalmente do ensino médio, ele <u>fala do Leeuwenhoek principalmente quando vai falar dos protistas, né? Porque ele teve grande influência nessa parte dos protistas</u>. Então eles sempre fazem, principalmente no ensino médio e foca, fala um pouco da classificação dos cinco reinos e... ele enfoca também nos protistas, a <u>participação do Leeuwenhoek nessa classificação</u>.</p>	<p>Cleo: [...] pode existir algum ser vivo que... por mais que a gente coloque ele nessa classificação desses reinos ele pode ter características diferentes que daí nós temos que estudar, caso a caso. Que não é... não é... como é que... <u>não é estático</u>. Que a ciência ela <u>não é estática</u>. Então sempre eu digo pra eles, hoje eu tô passando pra vocês uma coisa e amanhã... vou sair daqui e amanhã vocês estão lá assistindo globo repórter ou de repente um... muitos alunos hoje, a gente pensa que não mas, eles tem acesso a canais, então...</p> <p>[...]</p> <p>Alisson: Olha a explicação, eu acho que é a gente <u>abandonar muito do que a gente tinha como verdades né? Verdades... supremas</u>. Ou ampliar, porque a própria questão dos cinco reinos que para mim fazia uma lógica danada, começa a explicar uma encaixa na outra, aí fica confortável. Então... eu acho que a explicação é isso, <u>mudar alguns conceitos... ampliar alguns...</u></p>

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Percebe-se que o livro é um instrumento de autoridade, “*É o que o livro didático trás*” (Alisson), sua versão da história. Autoridade esta que também possibilita a manutenção de determinados conteúdos, teorias e explicações e perpetua anedotas: “*Lineu [...] pai da sistemática*” (Alisson), Robert Hooke descobridor da célula, Pasteur descobridor das bactérias, ou ainda quando “*enfoca também nos protistas, a participação*

do Leeuwenhoek nessa classificação” (Cleo). Mas, basta aprofundar um pouco na real história da classificação, por exemplo, para ver que Leeuwenhoek não participou da classificação dos protistas e nem poderia.

Como destacam Klepka e Corazza (2017), a palavra protista vem do alemão, uma proposta bastante recente efetuada por Ernest Haeckel, de modo que Leeuwenhoek não pode ser associado a ela de forma alguma. Quanto a sua participação na classificação desses microorganismos, “os ‘little animalcules’, conforme os chamou, notamos que também é falsa.

Não podemos dizer que Leeuwenhoek tenha classificado esses seres, uma vez que, num contexto em que apenas dois reinos eram concebidos na natureza, animal e vegetal, não fazia sentido ser redundante e enquadrá-los em uma categoria distinta, até porque suas características morfológicas, tais como mobilidade, diziam tudo o que se precisava saber sobre eles. Desse modo, a palavra usada para se referir ao “animal” já compunha de todo significado teórico necessário para caracterizá-lo, tornando o termo animáculo usual (KLEPKA; CORAZZA, 2017, p.45).

Observamos, portanto, que embora seja uma das únicas fontes de consulta do professor, o livro didático presta muitas vezes desfavores ao avanço do ensino de Ciências e Biologia ao perpetuar equívocos, nomes, autoridade e conteúdos de escolha duvidosa.

Acreditamos que os discursos contraditórios de Cleo e Alisson quanto a temas semelhantes possa estar relacionado às opções teóricas adotadas no Curso de Formação Continuada. Ao explorarmos muito mais a natureza mutável da ciência, seus métodos e mudanças do que a construção da própria ciência, seus equívocos e anedotas, a História da Biologia com detalhes ficou em segundo plano, de modo que foi resgatada apenas para ilustrar e informar cronologicamente as mudanças sofridas pela classificação.

2º Momento

Na sequência são analisados e discutidos trechos de interações dos participantes frente ao aprendizado do método sistemático filogenético, proporcionado pelo curso. Apresentamos dois recortes significativos que corresponderam aos discursos do 6º e 7º encontros em que se destacaram as seguintes categorias: (A) Apropriação dos aspectos principais da Sistemática Filogenética; (B) Emprego da evolução para a interpretação da

Árvore Filogenética; e (C) Movimentos de compreensão dos conceitos e interpretação da Sistemática Filogenética.

Apropriação dos aspectos principais da Sistemática Filogenética.

No trecho a seguir evidenciamos as interações entre os pesquisados frente a interpretação de uma árvore filogenética já pronta, representando a história evolutiva dos homínidos. Nele, os participantes do curso discutiram os conceitos aprendidos acerca da sistemática filogenética.

[...]

Paula: Então sempre eu vou colocar em evidência do lado direito aquele grupo que eu estou trabalhando.

PC: Ou o que você quer dar evidência.

Ivan: Um aluno essa semana me perguntou sobre aquele macaco, homem, e por coincidência tinha visto aqui semana passada... falei, não. Macaco *tá* do nosso lado aqui, não está numa evolução nossa. Aí fui explicar pra ele, tal.

PC: Sim. Isso é interessante. Porque veja só. Nessa árvore, em que está dando evidência? No homem. E se eu inverter?

Paula: Aí agora tá o...

Ivan: Símios.

PC: Símios do novo mundo. É uma forma de eu trabalhar. Porque daí eu trato daqui pra lá ((esquerda pra direita)). E aqui fica como um... um clado em mais evidência.

P.Mod: É uma jogada também da imagem anterior que se quer dizer, que querendo ou não rompe com a linearidade daquela que tá assim né. Mas você também pode interpretar linear, porque se coloca o homem como se fosse o topo da... da... Talvez trabalhar assim, deitado, então as formas de se representar também geram interpretações né.

Ivan: Usaria uma escala temporal né, pra explicar porque...

Cleo: É igual quando a professora explica lá em cima lá em baixo né? ((analogia com os pólos do globo terrestre))

Ivan: Eu brinco muito com meus alunos assim: quem que é mais evoluído? O homem ou uma bactéria? Ah o homem! Falo não, isso vai depender do meio que a gente está. Se você olhar a parte metabólica de cada um é adaptado para uma determinada região. Se eu colocar um homem nessa região...

Paula: Eu tive um professor que falava assim, olha não quer dizer que a briófitas, que é um musgo seja menos evoluída que uma angiosperma, porque se tá aqui é porque sofreu várias pressões de seleção evolutiva que é tão... é... ela é tão... tão... desenvolvida como a outra. Se está no meio é porque ela é evoluída.

PC: A diferença é que ela precisou ter menos adaptações.

Paula: Isso. Eu acho que não sofreu tantas...

PC: Sim. Ela se alterou bem pouco, pensando é lógico num tipo de carácter. Mas fisiologicamente pode ter mudado muita coisa.

Paula: Por isso que é difícil, por exemplo, quando você olha um porífero. Um porífero é muito difícil você falar que ele é um animal, se você não souber que é um animal. Porque a gente pensa que só é evoluído aquilo que tem movimento, aquilo que... que tem movimento e que está no ambiente terrestre. Às vezes não considera os animais do ambiente marinho como tão evoluídos como um animal terrestre. [...]

PC: [...] então quando vocês ouvirem falar assim autapomorfia de *Homo sapiens* é tal coisa. Ah, então só ele que tem. A sinapomorfia do clado homínídeo é tal coisa, você sabe que todo mundo que tá dentro de homínídeo ali, desse clado chamado homínídeo, vai ter aquela característica. [...]

Paula: Pensando em homínídeo eu pensei uma autapomorfia, a questão dos dedos opositores.

PC: Sim.

Paula: Nos prima... nos outros primatas eles não tem.

PC: Não tem.

Paula: E é uma diferença... que é uma das diferenças que...

PC: Que pode ser o que? Nos homínídeos? Quando eu falo dos homínídeos eu posso tratar de todos os outros... então seria o que pra homínídeo?

Paula: Aí seria uma sinapomorfia?

PC: Sinapomorfia. Se eu trabalhar agora com homínídeo como clado terminal. O homínídeo é o B, vamos supor, tô pensando em que?

Paula: No homínídeo?

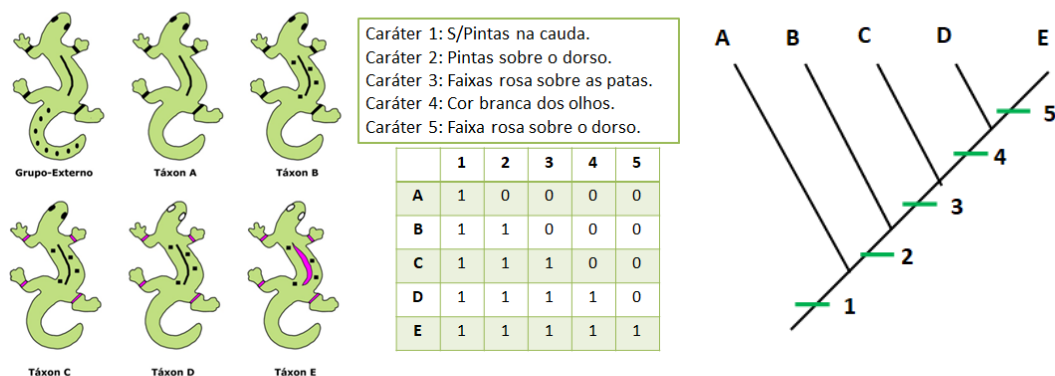
PC: Ele é o B, então tô trabalhando com homínídeo vou colocar todo mundo aqui no clado terminal. É o que daí?

Paula: Autapomorfia?

PC: Autapomorfia. Perfeito. [...]

Observe no trecho que segue as interações propiciadas posteriormente à construção conjunta de uma árvore filogenética, a partir de dados fictícios levantados de um ser vivo (FIGURA 20).

Figura 20- Árvore Filogenética de um ser vivo hipotético.



Fonte: Atividade elaborada pelo professor convidado.

PC: Então agora vamos conseguir reconstruir as relações filogenéticas e eu poder interpretar esse grupo aqui, o que aconteceu né. Veja só eu tomei o cuidado de colocar sempre no mesmo nível. Pra não ter esse negócio de um é mais evoluído do que o outro. Então se eu for analisar, quem teoricamente teve mais eventos evolutivos aqui?

Paula: o E

PC: O E. O E tem uma autapomorfia né? Então se eu for analisar grupos, o que que o 1 é de A, B, C, D e E?

Paula: Monofilia

PC: Não, aqui o grupo é monofilético né. Mas o que que ele ((1)) é? É uma sinapomorfia do grupo.

Paula: Ah é.

PC: Se eu tivesse trabalhando só com o grupo GE, externo e aqui tivesse como nodo terminal o 1 seria o que? Uma autapomorfia.

Cleo: Autapomorfia, é mesmo.

PC: Não é? Então beleza, e o que que o GE é desse grupo?

Cleo: uma auta...

PC: Um grupo externo.

Cleo: Grupo externo. Mais...

PC: Dai ó, ele é um grupo externo desse grupo aqui, ou um grupo irmão. Não tem problema nenhum. Então eu tenho uma sinapomorfia que sustenta todo o clado que é o caráter 1. Mas se esse clado aqui na verdade não fosse um clado, fosse só uma ramificação chamada qualquer coisa aqui, seria uma autapomorfia desse grupo aqui. Beleza? Então vamos avançar nessa árvore.

Cleo: Você falou do grupo externo, com os demais ali ele tem características comuns?

PC: Só aqui ó. Nesse caráter.

Cleo: Só aí. Ah.

PC: Nessa história aqui. Depois cada um seguiu seu rumo.

Cleo: Só a partir da origem.

PC: Isso, só na raiz aqui.

Ivan: Só até anteceder o evento 1.

PC: Sim.

Ivan: A partir do 1...

PC: A partir do 1.

Ivan: Já produziu características ali.

Cleo: Ah tá...

Ivan: Cada um segue separado

PC: Isso, e daí se tivesse um caráter aqui...

Ivan: No 1 aparece uma determinada característica daí começa a divergir do...

PC: Sim. Esse aqui não é o evento que ramificou, esse aqui é uma característica que une. O evento que ramificou tá aqui. Não sei o que foi.

Cleo: Ah tá..

PC: Tá? Exemplo, eu posso propor que um tá na África e o resto na América do Sul, posso propor que talvez seja isso. Mas tem outras possibilidades pra você trabalhar, olha aqui. Vamos pra esse outro grupo. B,C,D e E, qual que é a sinapomorfia desse grupo?

Cleo: Sinapomorfia? Talvez o 2?

PC: O dois. Perfeito. Qual o grupo irmão?

Cleo: o A.

Ivan: A.

PC: O A. [...]

Para alguns autores como Santos e Klassa (2012) não há necessidade de fazer uso dos termos relacionados ao método sistemático filogenético, uma vez que seria mais importante “mostrar o raciocínio subjacente, apontando para a necessidade de se pensar em diagramas ramificados ao tratar de evolução”. Para os autores, “Ensinar biologia através de uma abordagem filogenética não significa utilizar o método de reconstrução de hipótese filogenética e todas as suas particularidades na sala de aula. Isso não é efetivo nem mesmo no ensino universitário de biologia” (SANTOS; KLASSA, 2012, 67). Diferentemente dos autores, defendemos o direito dos professores em formação e alunos da Educação Básica conhecer e aprenderem as questões relacionadas à prática científica. Para nós, o ensino da árvore filogenética apenas utilizando o raciocínio interpretativo envolvido é pouco eficiente na formação de sentidos, na contextualização entre abstração e concretude. Principalmente quando falamos da formação de biólogos, licenciandos ou não. Por isso nosso curso também teve a preocupação com a formação dessa habilidade.

Em ambos os trechos anteriormente destacados observamos que as interações foram predominantes entre Paula, Ivan, Cleo e o professor (PC) embora, na data, estivessem presentes outros quatro participantes. Dentre esses sujeitos que interagiram, Paula e Ivan destacam-se por demonstrarem maior apropriação dos aspectos principais da Sistemática Filogenética em relação à Cleo. Não apenas a estrutura da representação mostrou-se compreendida, mas também as interpretações que suscitam essa estrutura.

Paula demonstra que entendeu por que o lado direito não aponta necessariamente o organismo mais evoluído e sim, que é usado intencionalmente pelo pesquisador. Ao mesmo tempo, demonstra a percepção de que, em uma árvore filogenética sempre se trabalha comparando grupos a partir de características de interesse. *“Então sempre eu vou colocar em evidência do lado direito aquele grupo que eu estou trabalhando”*.

Em outra ocasião neste mesmo trecho, Paula fez referência a um exemplo, que não estava contido na árvore filogenética ilustrada, mas que se referia à evolução do grupo em evidência: *“Pensando em homínideo eu pensei uma autapomorfia, a questão dos dedos opositores”*. Isso demonstra que o conceito de autapomorfia como uma característica única de um grupo foi compreendido pela professora participante, o que é reforçado em outras ocasiões em que responde corretamente aos tipos de características analisadas.

De modo similar, o discurso de Ivan nos sugere que o curso até aquele momento tenha lhe propiciado mais clareza na interpretação de cladogramas, já que resgata um caso

que lhe ocorreu em sala de aula e que lhe solicitou mobilizar esse conhecimento. “*Um aluno essa semana me perguntou sobre aquele macaco, homem, e por coincidência tinha visto aqui semana passada... falei, não. Macaco tá do nosso lado aqui não está numa evolução nossa. Aí fui explicar pra ele, tal*”. A recordação de Ivan nos permite deduzir que com auxílio do curso ele teve mais condições de explicar ao aluno por que o homem não veio do macaco, explorando o potencial explicativo da árvore filogenética. Ivan demonstra apropriações também quando, juntamente com PC, auxilia em vários momentos a colega Cleo no entendimento e interpretação do cladograma construído.

No sétimo encontro os participantes coletaram material biológico e criaram tanto sua hipótese filogenética como a submeteram a teste pelo método da sistemática filogenética. Pudemos observar que grande parte dos conceitos da árvore filogenética foi utilizada pelos professores ao apresentarem suas classificações, embora o emprego da evolução para a interpretação da árvore filogenética não tenha sido satisfatório como demonstraremos na próxima categoria.

Na sequência demonstramos dois trechos dos discursos durante o encontro, o primeiro deles, da apresentação de Taís, demonstra a dificuldade no uso dos conceitos da filogenética frente à construção de um cladograma a partir dos dados analisados (FIGURA 21); o outro, de Paula (FIGURA 22), ilustra o emprego dos conceitos, que sugere sua apropriação.

Taís: Vamos lá né? Vou colocar as características que coloquei pra diferenciar cada uma. Então eu boiei nessas duas aqui, elas eram... como que eu vou explicar isso aqui gente?

PC: Aquela que é mais próxima, mais distante.

Taís: Tá. O sete, que é a folha, é grupo externo, porque não tinha flor. O seis, era...

Paula: Era o que não tem inflorescência...

Taís: É. Era o mais diferentinho dos outros. O 1 e o 2 que é os parente ali olha, que muda só a cor, e o 5 é o pititinho ali ó. O 3, o 4 e o 5 eram os outros mais próximos aqui. Aí as características pra... pra... ver se... eu coloquei se tem presença de flor, pigmento amarelado, alaranjado, o pólen externo e quatro ou mais pétalas. Aí virou essa bagunça aqui.

Paula: Grupo externo...

Taís: O grupo externo vai ser o 7 que não tem flor. O 6... continuou da mesma forma.

Paula: Que é sustentado pela flor né?

Taís: É.

PC: Ele e todo mundo né?

Paula: É.

PC: De 1 a 6 é sustentado por A né?

Taís: É, a presença de flor.

PC: Entendeu?

Taís: Aham. O 4 é... todos esses aqui na verdade é sustentado pelo E que tem 4 ou mais pétalas. Aí... aqui que entrou os problemas né? O 1 e o 5 não tinha nada a ver ali ((risos)), eles agora tá... é irmão.

Paula: É do pigmento laranja.

Taís: Que é o do pigmento laranja.

PC: Sustentaram.

Paula: NÃO. Sustentaram aqui ó...

P. Mod: Carácter "C".

Fabiola: Carácter "C" que sustentou.

Taís: Não... Ah é, tá do mesmo jeito.

P. Mod: É a lá ó.

Taís: Me confundi aqui. O 2 e o 3 é do pigmento amarelo. Que é sustentado pelo B. E o 1 e o 2... sustentado pelo D com pólen externo. Aí eu não sei o nome, homeoplasia? Quando repete?

PC: Não. Você não tem homoplasia aí.

Paula: Não.

Taís: Não, mas por repetir.

PC: Não, isso aí é o...

Ivan: O D pode repetir lá ó, porque o pólen externo pode estar em outros.

PC: Pra mim se manteve. Talvez é o jeito que ela configurou.

P. Mod: A homoplasia é quando aparece a característica repetida, no seu caso apareceu indivíduos repetidos. O 1 apareceu em dois lugares, não é homoplasia.

Taís: É o que?

P. Mod: É o que PC?

PC: Na verdade é uma homoplasia, não tinha visto que era homoplasia. Na verdade você tem que tirar...

Taís: Porque o 1 e o 2...

PC: ((vendo possibilidades))

Paula: Então agora tem homoplasia.

PC: Agora tem homoplasia

P. Mod: Mas o D sustenta o 1 e o 2 e o C uma autapomorfia de 1.. podia ser um grupo monofilético ali. Não é desse grupo ali?

PC: Peraí, vamos ver. É... acho que poderia. Mas também... É. Tem duas possibilidades. Eu poderia fazer essa interpretação. Ou interpretar que C sustenta 1 e 5. Eu tenho que ver o tanto de passos. Entenderam ou não? Por exemplo, eu poderia fazer isso aqui, né? Que vocês estão falando. Sustentado por D e autapomorfia de C. Ou... eu poderia ter o 1 aqui sustentado por C que aparece novamente aqui.

P. Mod: Uhum.

PC: É a mesma hipótese filogenética... quer dizer, o mesmo número de passos evolutivos, mas mudam as relações filogenéticas. Entendeu Taís?

Taís: Não. ((risos)) Que que o D tá fazendo ali nos dois lugares?

PC: Ó, porque o D teve homoplasia tá. Se eu achar que ele é um carácter muito forte, o D é muito mais forte.

Cleo: Qual que é o D?

Paula: É o com pólen fora.

P. Mod: Na verdade a Paula tem razão, se você pensar, o D é um carácter forte que vai sustentar todo agrupamento com flor, todos tem pólen externo.

Taís: Não, mas...

P. Mod: O pólen é sempre externo.

Taís: Sim, mas é porque esses daqui tá muito rentizinho aqui na folha e esse daqui...

((inaudível, tumulto de vozes))

Paula: Eu coloquei órgão reprodutor desprotegido.

P. Mod: Ele não tem estilete.

Cleo: Ahh.

P. Mod: Esse pendãozinho que segura o pólen.

Cleo: É, ou seja, as anteras elas já estão...

PC: Tá mais... de qualquer maneira você como bióloga, a pessoa que tá propondo essa hipótese filogenética, você vai ter que assumir o risco. Ou se ele sustenta, acha que D é uma sinapomorfia pra sustentar os cinco ou você novamente mantém o C aqui como homoplasia e coloca o D sustentando 1 e 2, e o C volta como homoplasia. Você tem duas possibilidades, duas árvores você tem. Você vai ter duas hipóteses filogenéticas daí entra a questão do pesquisador e seu conhecimento sobre o grupo. O que você acha que... tecnicamente pesaria mais pra poder suportar? A questão do pólen e do estilete ou a questão da cor? Do pigmento?

Taís: O pólen.

PC: Por que não pode ser a cor?

Taís: Porque ela ((P.Mod.)) falou que altera.

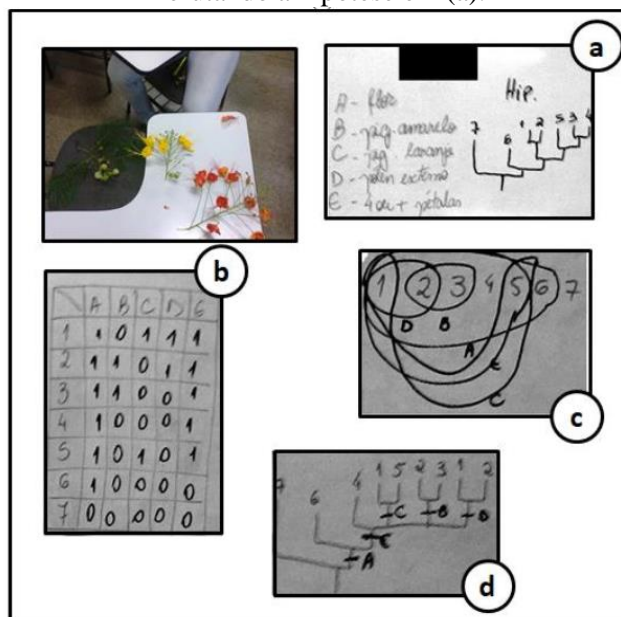
PC: Pode ser. Mas se você conseguir... olha que interessante, você tem entre o 7 e todo mundo, que é o primeiro cladinho embaixo, você tem uma monofilia. Concorda? Você tem uma cladogênese aqui não tem? Uma linhagem 7 e uma linhagem de 1 a 6. Daí no outro clado aqui, você também tem uma monofilia. Você tem uma linhagem 6 e uma linhagem de 1 a 5. Aqui, 1 a 5, esse grupão aqui, pode trabalhar, ah, sei lá, esse grupão aqui mamífero, vamos supor, é politômico. Você não tem uma cladogênese. 1, 2, 4 linhagens saiu de um único centro. Né? A possibilidade de resolver é buscar mais caracteres. Mas dentro desse grupo, você tem alguns grupos que são monofiléticos, sustentados principalmente por sinapomorfias. Por exemplo, o grupo 2 e 3, esse clado aqui ó, que é monofilético, sustentado por B, ou se você assumir que D é uma característica bem mais forte que pode sustentar seu clado, ele vai unir um grupo que a gente chamava de 1 e 2, né? que é esse grupinho aqui, sustentado por D. Ou se você achar que não compensa esse carácter, que C é melhor, vai ter um grupo monofilético 1 e 5 sustentado pelo carácter C. E daí a gente tem o C como uma homoplasia. Um carácter que apareceu evolutivamente em linhagens diferentes. Que pode ser explicado por convergência adaptativa, paralelismo, pode ser uma reversão, dentre outras possibilidades. [...]

Taís: Que difícil isso.

[...]

No trecho em destaque percebemos que Taís é constantemente auxiliada e lembrada por Paula. Taís não utiliza termos como monofilia ou sinapomorfia ao citar as características que sustentam a separação dos agrupamentos feitos, os cladogramas. Taís, desse modo, não esboça qualquer sinal de apropriação dos conceitos da sistemática filogenética, embora tenha conseguido fazer sua hipótese e gerar os testes por meio da matriz e do cladograma (FIGURA 21).

Figura 21- Árvore Filogenética de Taís: Raciocínio e Construção. (a) Dados do material analisado (presença de flor; presença de pigmentos amarelo e laranja; presença de pólen externo e presença de quatro ou mais pétalas). Ao lado, árvore filogenética demonstrando a hipótese a ser testada. (b) Distribuição dos dados A, B, C, D e E na matriz de acordo com as sete plantas analisadas, sendo 1= presença e 0= ausência. (c) relações estabelecidas entre os caracteres com auxílio de agrupamentos por conjuntos. (d) Resultado final da árvore a partir dos dados analisados, refutando a hipótese em (a).



Fonte: Representação de Taís na lousa. Arquivos de dados da pesquisadora.

É possível, neste caso, que o fato de esta participante ainda ser estudante de licenciatura e, possivelmente, não ter internalizado ainda noções de evolução, entre outros aspectos, tenham contribuído com sua dificuldade de sair da abstração da representação filogenética para sua explicação biológica.

Diferentemente de Taís, Paula demonstra muito mais apropriação dos conceitos de Sistemática Filogenética e mobiliza as características observadas para analisar seu cladograma final.

Paula: Primeiro eu coloquei três... três indivíduos que eu coloquei como A, B e C aí deu um monte de politomia na hora que eu fui fazer o cladograma e aí eu resolvi utilizar outros... mais dois indivíduos pra completar a análise de filogenética. E essas aqui são as características que eu utilizei pra analisar o grupo. E, a minha hipótese primeiro que A, B e C deu... então, que... é, o grupo externo é o A, que é uma pteridófita. O B e o C compartilhavam, então um grupo monofilético. E aqui não tinha algo que sustentasse a união desses dois grupos.

Ivan: E o D?

Paula: Aí que tá. Depois eu incluí...

Ivan: Ah tá.

Paula: Mais dois indivíduos, e inclui também três carac/... é... três... é.. características pra analisar. Aí eu tive então... na minha hipótese eu tive então um grupo externo e que apareceu que ele tem como autapomorfia o 4, presença de soro, e 2 folhas serrilhadas. É o único. E o 1 aqui que sustenta esse grupo monofilético é... presença de flor. E aqui depois eu tenho então o 3 que é inflorescência que o indivíduo B, C e D compartilham. E o grupo E que ficou também separado, um grupo irmão. Que tem como característica a presença de frutos, porque aqui eu tenho a vagem. E aqui B, C e D eu tenho então 3 que é inflorescência, pro B eu tenho como autapomorfia a presença de... a flor com pétala soldada, aqui é soldada ó, e as outras aqui são separadas. Aqui pra C e D eu tenho como o 7 que é órgão reprodutor desprotegido, que é uma característica... é... é... C e D, aqui a gente vê que o órgão está fora né? das pétalas, então o C e o D compartilham essa característica e como autapomorfia a 8, o D tem a 8 que é vários estames. Aqui a gente tem vários estames. E nas outras a gente tem a presença de um ou dois. E... é isso ((risos)). E aqui então, foi essa é... a hipótese, no princípio a gente vê que tem... o B e o C continuam juntos, e tem o grupo externo, então acho que... meio que sustentou.

P. Mod: Agora C ganhou um novo irmão.

Paula: Isso.

PC: Que não estava incluso.

P. Mod: Que não estava incluso, está mais próximo. Então C teoricamente é mais aparentado de D do que de B, nessa nova proposta.

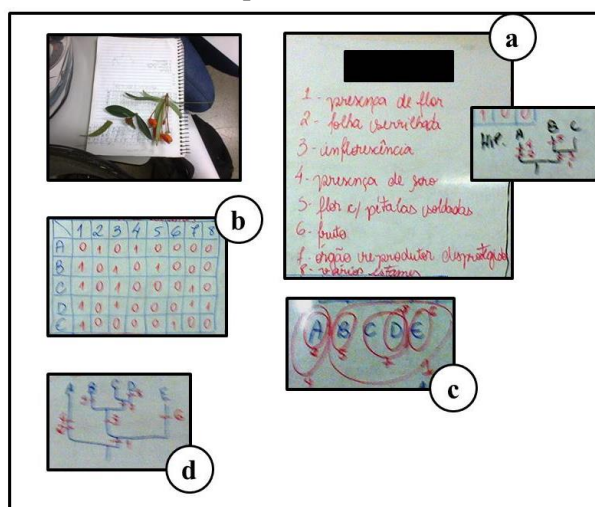
Paula: Que antes era... era do mesmo grupo agora ele ganhou...

PC: Isso pode acontecer quando você pega taxonomia assim, e ah, isso aqui é tudo do mesmo gênero, vou fazer só com eles. Daí você faz, só que chega um momento que você tem que colocar mais grupo externo, vai colocando indivíduos, colocando, colocando. Quando você chega no final, na verdade você pode descobrir que o indivíduo que era de outro gênero com sua hipótese filogenética cabe dentro do mesmo gênero que você tinha dentro da taxonomia tradicional agrupado. É uma possibilidade de você validar gênero, validar família, por exemplo, tilápia [...].

Acreditamos que o desempenho de Paula tenha reflexo de sua formação inicial, uma vez que disse já ter visto Sistemática Filogenética durante a graduação, mas que nunca tinha construído uma hipótese, testado com o método e construído sua própria árvore (FIGURA 22). Portanto, esses últimos conhecimentos proporcionados pelo curso de formação.

Figura 22- Árvore Filogenética de Paula: Raciocínio e Construção. A foto indica o uso inicialmente de apenas três exemplares de planta. (a) Dados do material analisado (presença de flor; presença de folha serrilhada; presença de inflorescência; presença de soro; presença de flor com pétalas soldadas; presença de fruto; presença de órgão reprodutor desprotegido; presença de vários estames). Ao lado, árvore filogenética demonstrando a hipótese a ser testada. (b) Distribuição dos dados de 1 a 8 na matriz de acordo com as plantas analisadas (A, B, C, D e E), sendo 1= presença e 0= ausência. (c) relações estabelecidas entre os caracteres com auxílio de

agrupamentos por conjuntos. (d) Resultado final da árvore a partir dos dados analisados, refutando a hipótese em (a).



Fonte: Representação de Paula na lousa. Arquivos de dados da pesquisadora.

Mesmo entre os demais participantes que nunca haviam visto o método sistemático filogenético, como Taís, todos, mediados pela pesquisadora e professor convidado, conseguiram construir uma hipótese, extrair características de sua amostra biológica (plantas) e testá-las gerando uma árvore filogenética. A diferença entre esses participantes foi apenas na mobilização dos conceitos para apresentar sua árvore e na carência do emprego da evolução para interpretá-la, fato constatado também em estudantes após aplicação de minicurso sobre o mesmo tema em pesquisa (GUIMARÃES, 2005).

Emprego da evolução para a interpretação da Árvore Filogenética.

A interpretação de árvores filogenéticas ou cladogramas requer necessariamente conhecimento do conteúdo evolutivo. Nesse sentido, percebemos que alguns dos participantes lançaram mão desses aspectos para melhor explorar as representações filogenéticas em análise. Se retomarmos o discurso de Ivan “*Macaco tá do nosso lado aqui, não está numa evolução nossa. Ai fui explicar pra ele*”, percebemos que, diferentemente do ocorrido no Grupo Focal, em que a colega Solange menciona que quando exposta a mesma situação de questionamento feita a Ivan pelos alunos responde que “*Uai gente, não. Assim, nós... é como se tivéssemos um parentesco porque viemos de um mesmo ancestral comum. Né?*”, Ivan faz uso da evolução justificando a representação apresentada. O parentesco que Solange resiste em considerar é inerente na interpretação de Ivan que faz uso da árvore filogenética.

Em outra situação, no mesmo recorte transcrito, Ivan correlaciona representação filogenética com a temporalidade, demonstrando que a interpretação depende da dimensão temporal e evolutiva do grupo. “*Usaria uma escala temporal né, pra explicar por que...*”. Essa sua reflexão é uma justificativa para que não fosse mais utilizada a fala “mais evoluído” já que é possível considerar o tempo de evolução a partir de um dado ancestral. Essa compreensão é na sequência revisitada, momento em que dá um exemplo concreto de uma situação de ensino.

Eu brinco muito com meus alunos assim: quem que é mais evoluído? O homem ou uma bactéria? Ah o homem! Falo não, isso vai depender do meio que a gente está. Se você olhar a parte metabólica de cada um é adaptado para uma determinada região. Se eu colocar um homem nessa região... (Ivan).

Novamente se observa uma clareza no uso da evolução para explicação de questões que tendem a ser equivocadas, mas isso não significa necessariamente que foram apropriações decorrentes do curso, tendo em vista que são professores em atuação há algum tempo, isso se confirma pelo fato que Ivan dá um exemplo de algo que parece ser uma interação recorrente em sala de aula.

Paula também se coloca na discussão argumentando que a existência da diversidade é uma resposta à evolução e para isso, utiliza o caso dos grupos de plantas: “[...] não quer dizer que a briófitas, que é um musgo, seja menos evoluída que uma angiosperma, porque se tá aqui é porque sofreu várias pressões de seleção evolutiva que é tão... é.... ela é tão.... tão... desenvolvida como a outra. Se está no meio é porque ela é evoluída”. É interessante notar que PC chama atenção de Paula para o fato que as adaptações não afetam unicamente um aspecto, mas podem ocorrer independentemente ou simultaneamente em diferentes caracteres do organismo, o que fez com que Paula repensasse a compreensão sobre a Evolução. A professora destaca com seu discurso que tendemos a considerar apenas a morfologia, o tamanho e o aspecto de um organismo para dizer se é mais ou menos evoluído, quando na verdade nos esquecemos da complexidade do organismo em si.

Por isso que é difícil, por exemplo, quando você olha um porífero. Um porífero é muito difícil você falar que ele é um animal, se você não souber que é um animal. Porque a gente pensa que só é evoluído aquilo que tem movimento, aquilo que... que tem movimento e que está no ambiente terrestre. Às vezes não considera os animais do ambiente marinho como tão evoluídos como um animal terrestre (Paula).

Essa reflexão mais adiante na interação faz com que Paula considere que, embora a questão dos dedos opositores seja uma autapomorfia dos hominídeos, “*E é uma diferença... que é uma das diferenças que...*”, ou seja, é apenas uma das diferenças, já que pode haver outras que façam com que o ramo divirja nos primatas. Diferenças que cada agrupamento acumulou ao longo do tempo e causou a separação das espécies em ramos distintos.

Movimentos de compreensão dos conceitos e interpretação da Sistemática Filogenética.

Diferente do trecho destacado anteriormente, em que se evidenciaram as interações visando à interpretação de uma árvore filogenética já pronta, no trecho a seguir, os participantes do curso trabalharam em uma árvore que eles mesmos ajudaram a construir a partir de dados fictícios coletados de um ser vivo. Nesse trecho do encontro, coube-lhes a interpretação ao final dessa construção. No entanto, pode-se notar uma diferença significativa de postura dos participantes. As interações que antes predominavam entre Paula, Ivan, Cleo e o professor (PC), agora focalizam-se mais entre Ivan, Cleo e o professor (PC). Além disso, não há usos da evolução na interpretação como houve no trecho anterior em destaque. Os indícios de apropriação dos aspectos da Sistemática Filogenética também são menores, enquanto que são mais evidentes os discursos que sugerem processos de compreensão sobre o assunto em discussão.

Paula, que até então fazia uso corretamente dos conceitos filogenéticos equivocou-se na interpretação de uma característica, uma sinapomorfia, atribuindo-a a monofilia, que embora não fosse a resposta correta também não estava errada, uma vez que se considerava o clado de modo mais amplo.

Os movimentos de compreensão são mais nítidos nas interações ocorridas entre Cleo e PC. Em vários momentos Cleo parece não ter compreendido os conceitos de

autapomorfia e grupo externo do mesmo modo que não entende em que momento os diferentes clados, representados pelos ramos da árvore filogenética passam a possuir características próprias. Observe novamente o trecho em recorte:

[...]

PC: *Se eu tivesse trabalhando só com o grupo GE, externo e aqui tivesse como nodo terminal o 1 seria o que? Uma autapomorfia.*

Cleo: *Autapomorfia, é mesmo.*

PC: *Não é? Então beleza, e o que que o GE é desse grupo?*

Cleo: *uma auta/...*

PC: *Um grupo externo.*

Cleo: *Grupo externo. Mais...*

PC: *Dai ó, ele é um grupo externo desse grupo aqui, ou um grupo irmão. Não tem problema nenhum. Então eu tenho uma sinapomorfia que sustenta todo o clado que é o caráter 1. Mas se esse clado aqui na verdade não fosse um clado, fosse só uma ramificação chamada qualquer coisa aqui, seria uma autapomorfia desse grupo aqui. Beleza? Então vamos avançar nessa árvore.*

Cleo: *Você falou do grupo externo, com os demais ali ele tem características comuns?*

PC: *Só aqui ó. Nesse carácter.*

Cleo: *Só aí. Ah.*

PC: *Nessa história aqui. Depois cada um seguiu seu rumo.*

Cleo: *Só a partir da origem.*

PC: *Isso, só na raiz aqui.*

Ivan: *Só até anteceder o evento 1.*

PC: *Sim.*

Ivan: *A partir do 1...*

PC: *A partir do 1.*

Ivan: *Já produziu características ali.*

Cleo: *Ah tá...*

Ivan: *Cada um segue separado*

PC: *Isso, e daí se tivesse um carácter aqui...*

Ivan: *No 1 aparece uma determinada característica daí começa a divergir do...*

PC: *Sim. Esse aqui não é o evento que ramificou, esse aqui é uma característica que une. O evento que ramificou tá aqui. Não sei o que foi.*

Cleo: *Ah tá...[...]*

Cleo demonstra claramente que não compreendeu e questiona em alguns momentos PC e em grande parte da interação limita-se a expressar “Ah tá” o que não nos permite concluir que houve compreensão, mas tão somente um processo interno de acomodação da explicação.

As dificuldades de Cleo foram mais evidentes no encontro seguinte, no qual amostras biológicas de plantas foram coletadas do jardim do local onde se realizava o curso visando o teste filogenético para confirmar a hipótese previamente estabelecida.

Observe, a seguir, como Cleo usa apenas os conceitos *grupo externo*, às vezes confundindo-o com a palavra *fator externo* e *matriz filogenética*. No entanto, Cleo explica seu cladograma com aspectos evolutivos.

Cleo: Bem... eu não construí minha hipótese né? Eu cheguei meio que atrasada. Aí a hipótese eu construí lá fora ((risos)). Foi pensando de acordo com o órgão reprodutor. Aí na hora que eu fui lá fora eu peguei essa aqui, né? Esses dois exemplares e esse aqui. Aí quando trouxe, eu me deparei com outros exemplares que os colegas da sala aqui comentaram que foram esses outros três é... exemplos. Então mediante o comentário que eles fizeram e eu trouxe também então aí eu montei... é... a matriz, filogenética. Então levando em consideração as características, altura da planta, se seria árvore ou arbusto, presença de flor, né? Sim ou não. E, a cor da flor. Porque, mediante o que a professora comentou, seria levando em consideração a presença ou não de pigmentos. Então a ausência do pigmento seria essa cor mais esbranquiçada aqui, considerando que tem flor, que eu consegui enxergar. E, a pétala seria unida e separada, mas até chegar nessa situação eu tinha colocado como... fator externo, a samambaia, que não teria presença de flor e aí depois não deu certo, eu achei que não ficaria legal. Tirei a samambaia, peguei uma outra hipótese, mas também não gostei. Até chegar na parte aqui do fator que ia diferenciar né, a característica que seria essa pétala, ela ser unida ou não. Porque até mesmo quando fala... nós falamos em termos de órgão reprodutor. Tá. Levando em consideração o quê? Porque na samambaia também existe o processo de reprodução, mas acredito que o que dá maior detalhe é esse órgão reprodutor. Então o que que eu estaria levando em consideração? Pra ver esse órgão reprodutor, pra poder fazer com o órgão externo. Então, no momento em que nós montamos a matriz, tivemos... é.. com o auxílio da professora, nós tivemos duas montagens da...

PC: Árvore.

P.Mod: Duas possibilidades né?

Cleo: É. É. Isso. Então essa foi a primeira, aqui que é uma e a minha aqui no caso que eu montei. Surgiu essa aqui primeiramente depois eu falei pra ela ((P.Mod))...

P.Mod: Eu coloquei a sua por primeiro, que você separou três pra lá e três pra cá, ó. Coloquei a sua por primeiro.

Cleo: Ah tá.

P.Mod: A que eu achei também que ficou melhor.

Cleo: Isso, a segunda que é a que a professora montou, a partir da segunda, eu falei não eu acho que poderia ser assim.

P.Mod: Aham.

Cleo: Por quê? Na hora que eu olho visualmente, como que eu tô caracterizando? Espécie A, B, C, D, E e F. Então, na hora que eu olho aqui eu vejo que A e B, se eu pensar a nível de conhecimento, a questão da mesma espécie ou abordar a pétala, então... tão bem mais próximas. Em comparação ao C que é diferente. Então, visualmente, a mesma coisa com D e E eu achei que ficaria mais próximo utilizar esse. Aí nós contamos o número de passos, deu cinco aqui e cinco

aqui também. Então, se eu fosse fazer um estudo eu preferia esse aqui, eu acho que seria mais fácil o entendimento de acordo com as características. Tá? E o F né? que ficou o externo que seria aí a questão de não ter só uma flor a partir de [palavra inaudível], porque nós temos o pedúnculo, o receptáculo, e nesse receptáculo aqui, uma flor. No caso do F eu tenho diferente. Eu tenho um recep/... um pedúnculo, um receptáculo, e nesse receptáculo inflorescência. Ou seja, eu tenho várias... flores, né?. Ver se é isso mesmo que eu tô... F... no caso o C também, aqui ó eu tenho diferença, porque o C, característica 1... B, C... presença de flor.. planta, uhum, tá certo ((pensando em voz alta)). Ok.

Outro trecho que ilustra movimentos de compreensão é da breve interação entre Taís e PC. Note que Taís confunde os conceitos de autapomorfia e sinapomorfia:

[...]

Taís: Então quando dá autapomorfia tem que ir acrescentando, acrescentando carácter até...

PC: Sinapomorfia. O mais importante é Sinapomorfia.

Taís: Não, sim... mas eu falo assim, igual ali, entendeu? Ali é uma autapomorfia não é?

PC: Qual? Na onde?

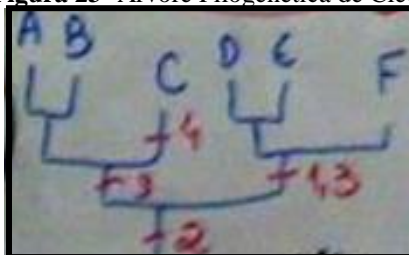
Taís: No C, B e no A. ((referindo-se a árvore filogenética da colega Cleo na lousa, Figura 23))

PC: Aqui?

Taís: É.

PC: Não. Aqui é uma sinapomorfia dos três ((sustentado pelo carácter 3)). E aqui ((carácter 4)) é uma autapomorfia só de C. [...].

Figura 23- Árvore Filogenética de Cleo.



Fonte: Arquivos de dados da pesquisadora.

Observamos nestas interações não apenas apropriações acerca do método sistemático filogenético como também discursos que sugerem essa compreensão. Constatamos também que as interpretações evolutivas são mais facilitadas quando se utiliza de ilustrações de árvores filogenéticas já prontas quando comparadas às árvores filogenéticas construídas pelos participantes.

7.4 Proposta de Aula.

Como mostrou os trechos destacados na seção anterior, recortes dos discursos no 7º encontro do curso, cada um dos participantes trabalhou individualmente com seus dados na construção de matrizes filogenéticas e árvores filogenéticas para confrontar a hipótese inicial de parentesco estabelecida entre as amostras de plantas analisadas. Durante a apresentação de cada participante do curso as dúvidas que surgiram quanto aos conceitos filogenéticos e mesmo a distribuição dos indivíduos no clado foram discutidas em conjunto.

Diante do domínio que demonstraram ao fazer a prática de modo individual, acreditávamos que a proposta final seguiria a mesma ideia filogenética, o que não se concretizou. Dos cinco participantes presentes, apenas três apresentaram propostas de aula concretas mediante plano de aula. Os outros dois apenas descreveram verbalmente como fariam a aula.

O uso da taxonomia tradicional pautada em cinco reinos foi a opção proposta por três dos participantes, e apenas dois assumiram a possibilidade de uso da árvore filogenética, sendo que um deles simulou como faria essa aula. Destacamos alguns trechos dessa aula, analisando-os na sequência, o que nos permitiu desses trechos identificar as seguintes unidades de significado: A) Alternância de métodos de classificação; B) Ênfase nos aspectos evolutivos, representações e interpretações da árvore filogenética; e C) Reflexões.

Dando continuidade à categoria C- Reflexões, resgatamos também falas dos demais professores de modo a compreender o motivo que não permitiu que empregassem a Sistemática Filogenética em seus planejamentos.

Alternância de métodos de classificação.

Paula, ao iniciar a simulação de sua aula, apresenta a proposta que será conduzida. Destaca que trabalhará com os reinos, iniciando pelo plantae. Entretanto, há uma confusão, pois ao propor uma aula prática para fixar o conteúdo, as características das plantas, subentende-se que esse reino já fora trabalhado na aula anterior. Conjuntamente, Paula destaca que já trabalhou os tipos de classificação, por isso entra nos reinos. Sua menção à filogenética vem somente depois, como se lembrando que deveria incluir, e então

menciona rapidamente que “*na aula passada, a gente viu sobre como construir uma matriz éh...éh... matriz filogenética e também cladograma*”, voltando a mencionar o aspecto filogenético apenas para definir que há quatro grupos, mas para por aí.

Nesse trecho inicial, Paula mostra insegurança, perde o foco e mistura o tratamento dos grupos de planta sob os diferentes aspectos: de categorias, os reinos e filogenéticos. A forma como apresenta a aula e também a proposta de prática que seguiu-se, sugere que a professora falava do tratamento dos reinos na perspectiva tradicional, ou seja, dando ênfase dentro do reino vegetal, a todas as características de seus integrantes e não em uma perspectiva de compartilhamento de caracteres como propõe a filogenética. Nesse momento, portanto, não é claro qual caminho Paula seguirá em sua proposta de aula. Do mesmo modo, o plano de aula construído (ANEXO 1) não apresenta indícios de que a aula será diferente da perspectiva tradicional de classificação, o enquadramento em categorias.

[...] **Paula:** A aula de hoje é baseada na aula da semana passada. Em que vocês alunos do 2º ano viram sobre o reino plantae. Então a gente trabalhou primeiro toda questão de classificação dos seres vivos, a taxonomia e agora a gente tá entrando nos reinos. Primeiro a gente vai trabalhar o reino plantae, das plantas, depois os animais. Éh:: semana passada também, na aula passada, a gente viu sobre como construir uma matriz éh:: éh:: matriz filogenética e também cladograma. Então hoje a gente vai fazer uma aula prática pra fixar então essa... o que foi introduzido sobre o reino plantae, que a gente tem então quatro grupos filogenéticos. A gente tem briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. [...]

Ao finalizar sua aula (trecho a seguir), Paula novamente alterna os métodos classificatórios. Ressalta que as características apresentadas das plantas foram uma escolha, mas que outras poderiam ser adicionadas gerando árvores distintas. Contudo, não explica o porquê dessas diferenças, retomando a classificação tradicional (em destaque).

[...] **Paula:** [...]Aqui a gente escolheu as características. Mas essa matriz a gente pode trabalhar com diversas características. Essas foram as que eu trouxe já pré-definidas, mas vocês podem escolher as características. Às vezes esse cladograma aqui. Essa árvore filogenética ficaria totalmente diferente se eu tivesse escolhido outros caracteres, outras características. Ficou dessa forma por que eu trouxe pré-determinado. Em casa, ou aqui na escola, vocês podem tentar fazer através desse exercício outras comparações. Isso não é só pra plantas. Pode ser pra um grupo de animais. A gente pode pegar, como a gente vai trabalhar o reino animal, vai ter invertebrados, vai ter... grupos de vertebrados, e dentro deles vai ter então...vários é... diversas divisões de grupos, porque a gente tem reino, filo, classe, ordem, a gente tem então uma...uma classificação, uma

forma de organizar, ordenar esses grupos então tem como aplicar essa metodologia pra outros grupos.

Ao recorrer à classificação tradicional, Paula parece fugir da explicação de por que classificações distintas podem ser criadas e, para isso, agarra-se aos agrupamentos lineares que possibilitam diversas divisões, mas, diferentemente da filogenética, são mais estanques.

Ênfase nos aspectos evolutivos, representações e interpretações da árvore filogenética.

Na segunda parte de sua aula, Paula trabalha a construção e explicação da árvore filogenética dos grupos de plantas, algo que não estava explícito no plano de aula. O exercício proposto, como consta em seu planejamento seria apenas corrigido. Mas, conforme podemos observar a seguir, a professora opta por construir conjuntamente com a turma cada passo da árvore filogenética interpretando-a a partir dos aspectos evolutivos.

[...]

Paula: Não terminou a aula não, vai ter a segunda parte. Pra gente então trabalhar a questão da matriz filogenética e também fazer... a gente viu aqui que tem um grupo que... ao longo do... ao longo evolutivo, ao longo da sua história, dos grupos que... tem indivíduos que são mais simples e indivíduos que tiveram mais adaptações pra sobreviver neste ambiente. Então eu vou entregar o exercício com... a gente vai fazer a matriz filogenética e depois montar o cladograma. Como a gente viu semana passada... então a gente viu que existe dois tipos... existe vários tipos de montar o cladograma ou árvore filogenética. Nesse exercício primeiro vocês vão construir a matriz filogenética e aqui... primeiro denominar quais são os grupos A,B,C,D e depois fazer a matriz e por último é... na outra folha, no verso, fazer a representação dos dados que a gente tirou da matriz. Que vocês vão construir da matriz. Existe então a forma de representar deste jeito a árvore ou... que a gente aprendeu semana passada que você vai construindo... que ela pode ser em pé ou deitada.

[...]

Paula: [...] agora eu já vou explicando como é que a gente monta. Então, aqui a gente tem um ancestral então. Qual que é o grupo que surgiu primeiro? Durante... que a gente viu durante o que foi explicado? A gente tem o grupo A que é isolado certo? Se for parar pra pensar. Ele não compartilha as outras características com os outros grupos ele é bem diferente. Então a gente fala que aqui tinha um ancestral que deu origem ao grupo A. depois, olhando aqui, a gente tem o grupo B, C e D que compartilham as características. Que quais são? Folhas e caules verdadeiros. Então aqui vai surgir o passo

1. Ah não mentira... passo... passo 1. Depois pra seguir a gente tem o grupo C e D que compartilha... aqui ó, sistema vascular então todos compartilham. Depois folhas e caules verdadeiros todos os grupos aqui também compartilham. O grupo C e o D Gimnosperma e Angiosperma compartilham... aí surgiu o grupo B que é pteridófita. Aí surgiu outra característica a propagação de sementes, que aí através de várias adaptações, evoluções, surgiu o grupo C que é Gimnosperma que a gente falou lá do pinhão. Depois surgiu mais uma característica que foi o fruto aqui... a semente ser protegida por frutos. E depois, uma outra evolução que foi é... flores e fruto aí surgiu um grupo de angiosperma. [...]

P.Mod: Professora?

Paula: Pode perguntar.

P.Mod: Como... como que eu sei que fica assim? Da onde a senhora tirou essa estrutura?

Ivan: Sequência.

P.Mod: Por que que é assim? Eu não posso colocar só A,B,C e D, 1,2,3,4,5? Por que que eu sei que é assim?

Paula: Então, existe... essa é uma forma de representar. Existe é... a gente abordou um tempo atrás sobre quem, como que foi feita a taxonomia e as representações. Durante o estudo, foi visto que isso é tipo uma linha do tempo e que cada marcação denota então um passo evolutivo.

Ivan: Essa é uma pergunta difícil.

Paula: É.

Ivan: Essa é uma escala de tempo que dois aconteceram em tempo diferente?

Paula: Não. Isso aqui levou milhares de anos.

Ivan: Por que ...

Paula: Essa é uma forma de representar.

Cleo: É difícil explicar isso.

Paula: Foi a primeira... primeiro acontecimento. Pode ser, por exemplo, presença do sistema vascular, então pode ser que as plantas precisavam ter um porte maior, então aí surgiu o sistema vascular. Um grupo foi desenvolvendo, desenvolvendo e aí aconteceu esse acontecimento. Surgiu essa adaptação, depois outra adaptação. Então os grupos de plantas foram... foram se adaptando. Modificando conforme o ambiente, conforme o passar do tempo e a sua necessidade. E assim chegamos até o grupo atual que sofreu mais adaptações que é a angiosperma que é o mais populoso.

P.Mod: Mas existe aquela ((briófita)) até hoje professora? O A? Mesmo que faz milhões de anos?

Paula: Sim, porque olha pra você ver. Com menos passos evolutivos ela conseguiu se manter. Então quer dizer que ela é uma boa competidora no ambiente. Só que ela é mais específica. Por ser pequena e não ter estruturas verdadeiras ela vive em ambientes úmidos. Essa daqui é mais... ela não é tão exigente ela acontece em vários lugares então ela teve que sofrer mais adaptações pra conseguir. Mas todos são importantes. Todos fizeram adaptações pra conseguir ficar no ambiente. Não existe a menos evoluída, existe a que teve mais passos evolutivos pra conseguir sobreviver. E pra permanecer no ambiente. Agora a outra representação. Então a gente falou que pra fazer esse cladograma, essa representação, primeiro a gente tem que ter uma... qual que é o grupo externo, que não

compartilha nenhuma característica? Com os demais?

Ivan: O D.

P.Mod: D.

Paula: O D? Não. Olha aqui o B, C e o D compartilha característica. O que é bem diferente dos outros.

Ivan: Mas se eu tô olhando pro lado de cá ((direita)) o D tá isolado lá no cantinho.

Paula: Sim, mais essa representação aqui pode... é... aqui pode ser diferente. Mas ele não tá isolado. Através daqui pode ser que daqui milhões de anos pode ser que surjam novas modificações. E aqui surjam mais grupos. Então a gente vê aqui nessa representação, na matriz filogenética que o A está isolado.

P.Mod: Ah é porque não tem nenhum círculo.

Ivan: Ahh.

Paula: Isso.

PC: Tem que olhar o sim e o não ali.

Paula: Isso.

Ivan: A melhor forma pra mim comparar então seria aquele primeiro?

Paula: Ah então...

Ivan: Pra mim fazer uma interpretação mais fácil, aquele lá fica mais fácil.

Paula: Olhar aqui ((matriz))?

Ivan: Isso, em vez desse ((conjuntos)).

Paula: É uma forma de representar. Agora pra fazer essa outra forma de representação da matriz a gente vai voltar aqui no começo e olhar o resultado da matriz.

P.Mod: Ah agora entendi! Daqui ((matriz)) saiu aquilo ((conjuntos)).

Paula: Isso.

P.Mod: Ah entendi.

Paula: Vamos aqui a gente vê que o A ele tá isolado, o B, o C e o D compartilham entre si algumas adaptações ou caracteres.

Ivan: Então eu posso comparar isso aí com o professor de matemática, o conjunto.

Paula: Sim. Em matemática a gente tem os conjuntos né, que...que..

P.Mod: Pertence, não pertence...

Ivan: Não pertence.

Paula: Que pertence, não pertence. Boa lembrança sobre isso. Aí aqui a gente tem o B, C e o D que compartilham entre si características. Mais, olhando aqui... ele compartilham então a 1. A 1. Que é então presença do sistema vascular. Daí surgiu o grupo... o grupo... daí surgiu a característica que eles também compartilham que é o 2. Raízes e caules verdadeiros. O grupo B não compartilha. Então o B fica aqui e o C e o D.

PC: ((risos))

Paula: Eu devia ter consultado antes ((risos)). Então aqui surgiu a característica folhas e caules verdadeiros. O passo 2, caractere 2. Depois a gente tem propagação de semente, a 3, quais grupos que compartilham isso?

P.Mod: C e D.

Paula: C e D então aqui ó foi o passo 3, que aqui então apareceu é... propagação de semente. Depois ficou então... a gente tem semente protegida por fruto. Aqui a gente tem então, surgiu o grupo C e D aí os outros caracteres que a gente tem semente protegida por fruto.

Qual outro que a gente tem? Semente protegida por fruto?

PC: D.

Paula: D então surgiu aqui a característica. Flores e fruto qual grupo que tem essa característica?

PC: D.

Paula: Então aqui a gente vai resgatar aqueles conceitos de autapomorfia, sinamor/... sinapomorfia, autapomorfia..

PC: Que isso?

Paula: Autapomorfia? A gente vê que o B ele tem uma característica que surgiu só nele. Esses aqui a gente tem uma sinapomorfia. Que são grupos irmãos. E aqui a gente tem sinapomorfia de... B, C e D. Que são características que.. eles compartilham. Então essa daqui ficaria nossa representação com essa árvore filogenética. Que a gente vê em revistas, artigos. Nos livros didáticos e na prova, alguns exames a gente tem essa outra representação ((inclinada)) que é ... e as duas trazem a mesma... o mesmo resultado. Fala sobre o mesmo acontecimento, a evolução desse grupo, o reino plantae.

PC: Professora então quem tem mais característica sempre fica do lado de cá ((à direita))?

Paula: Não. Aqui a gente vai colocar aqui, por exemplo, colocar o grupo em evidência que a gente quer trabalhar. Por exemplo, se a gente quisesse apontar uma característica de A eu posso inverter. Posso inverter essa matriz.

Ivan: Mas sempre vai ficar nessa sequência bonitinha? A, B, C, D?

Paula: Como eu tô mostrando a evolução pra essa.. como essa aqui a gente quer mostrar evolução, sim. Se fosse outras características, por exemplo, é... é... se eu tivesse aqui mais grupos. Se eu tivesse os grupos intermediários que a gente tem de fósseis talvez essa conformação mudaria. A gente teria outras representações.

Ivan: Essas conformações são por causa das características que você colocou aqui?

Paula: Isso. Bem lembrado. Aqui a gente escolheu as características. Mas essa matriz a gente pode trabalhar com diversas características. Essas foram as que eu trouxe já pré-definidas, mas vocês podem escolher as características. Às vezes esse cladograma aqui. Essa árvore filogenética ficaria totalmente diferente se eu tivesse escolhido outros caracteres, outras características. Ficou dessa forma por que eu trouxe pré-determinado. Em casa, ou aqui na escola, vocês podem tentar fazer através desse exercício outras comparações. Isso não é só pra plantas. Pode ser pra um grupo de animais. A gente pode pegar, como a gente vai trabalhar o reino animal, vai ter invertebrados, vai ter... grupos de vertebrados, e dentro deles vai ter então...vários é... diversas divisões de grupos, porque a gente tem reino, filo, classe, ordem, a gente tem então uma...uma classificação, uma forma de organizar, ordenar esses grupos então tem como aplicar essa metodologia pra outros grupos.

[...]

Uma das primeiras considerações que Paula faz é ressaltar um conhecimento importante da evolução das plantas que não é, em geral, considerado quando trabalhamos as categorias classificatórias tradicionais: “[...] ao longo da sua história, dos grupos que...

tem indivíduos que são mais simples e indivíduos que tiveram mais adaptações pra sobreviver neste ambiente”. Nesse momento, a professora está pensando filogeneticamente e a árvore é o fundo da representação de sua fala. Posteriormente, ela situa de onde parte seu pensamento: “Pra gente então trabalhar a questão da matriz filogenética e também fazer... ((referindo-se à árvore filogenética))”.

Na sequência, Paula parece estar perdida com o que fazer primeiro. Inicia explicando os tipos de cladogramas possíveis de se fazer e depois já parte para a construção da árvore (FIGURA 24), somente então retoma o raciocínio de que primeiro é preciso “[...] denominar quais são os grupos A, B, C, D e depois fazer a matriz e por último é... [...] fazer a representação dos dados que a gente tirou da matriz”. Somente nesse momento é possível ver que a árvore é o produto, a classificação resultante da análise de um conjunto de dados. Acreditamos que essa confusão seja legítima, pois os professores habituados em trabalhar na perspectiva evolutiva têm acesso a cladogramas prontos apenas para interpretá-los. É comum então que o caminho para sua construção, recém-aprendido no curso, não esteja óbvio no discurso.

Figura 24- Árvore Filogenética das Plantas na aula de Paula.



Fonte: Arquivos de dados da pesquisadora.

Na sequência da fala, Paula montando e explicando a representação filogenética. Observe que seu discurso é mecânico, sem de fato explicar de onde surgem e para onde partem os ramos que constrói, bem como por que são assim e não de outra forma. A professora demonstra insegurança. Nesse momento Paula não explora a construção da árvore de forma evolutiva e sua postura é muito semelhante à interpretação que Ricardo atribui a seus alunos frente um cladograma durante o grupo focal. Assim explica Paula: “[...] aí surgiu o grupo B que é pteridófito. Aí surgiu outra característica, a propagação de sementes, que aí através de várias adaptações, evoluções, surgiu o grupo C que é Gimnosperma que a gente falou lá do pinhão. Depois surgiu mais uma característica que

foi o fruto aqui...[...]”. A forma de explicar sempre usando o “*aí surgiu*” emprega uma explicação determinista à evolução dos grupos e não problematiza a ideia de tempo e causas que selecionaram os indivíduos com determinadas características. Não há o surgimento de uma característica, mas sua seleção. Desse modo, a árvore apenas marca o passo evolutivo que permitiu ou que causou a divergência do grupo.

Na medida em que os demais participantes interagem com Paula é possível ver mudanças na forma com que conduz sua explicação. Alguns aspectos chama-nos atenção. Paula dá indícios de que a origem da estrutura da árvore filogenética não foi compreendida. Em outras palavras, a teoria que permite que os seres vivos sejam representados daquela forma e não de outra não é de seu conhecimento, isso porque, ao ser questionada, em vários momentos, limita-se a responder: “*essa é uma forma de representar*”. Os colegas insistem:

Ivan: Essa é uma escala de tempo que dois aconteceram em tempo diferente?

Paula: Não. Isso aqui levou milhares de anos.

Ivan: Por que...

Paula: Essa é uma forma de representar.

Cleo: É difícil explicar isso.

Paula ainda não se questionou do porquê é assim e possivelmente ainda não correlacionou à teoria por trás dessa representação, a ideia de diversificação a partir de um único ancestral, esboçada por Darwin para a classificação. Tal fato pode estar associado à pouca ênfase que se tem dado aos trabalhos de Darwin e suas implicações para a classificação dos seres vivos, tópico que como dissemos em capítulos anteriores, foi de central importância, mas ficou em segundo plano. Do mesmo modo, o curso pode não ter oferecido elementos suficientes para que Paula questionasse a origem da representação.

Não conseguindo explicar a origem da representação, a professora agarra-se à interpretação evolutiva, conseguindo aí mais clareza. Saindo da representação temos uma história e indivíduos que a traçaram. Paula sai da abstração deixando mais concreto o entendimento da árvore:

Foi a primeira... primeiro acontecimento. Pode ser, por exemplo, presença do sistema vascular, então pode ser que as plantas precisavam ter um porte maior, então aí surgiu o sistema vascular. Um grupo foi desenvolvendo, desenvolvendo e aí aconteceu esse acontecimento. Surgiu essa adaptação, depois outra adaptação. Então os grupos de plantas

foram... foram se adaptando. Modificando conforme o ambiente, conforme o passar do tempo e a sua necessidade. E assim chegamos até o grupo atual que sofreu mais adaptações que é a angiosperma que é o mais populoso (Paula).

Ainda assim é importante observar o entendimento evolutivo por trás da explicação, o “surgimento” de características criam ruídos na interpretação evolutiva do aluno. Outra noção é que não falamos de adaptações em indivíduos isolados, mas populações nas quais alguns indivíduos não foram selecionados em detrimento de outros que deixaram descendentes perpetuando aquelas adaptações selecionadas pelo meio. Quando questionada sobre isso, Paula consegue ter mais sucesso na exposição utilizando inclusive a interpretação do princípio da parcimônia na construção de árvores filogenéticas menos redundantes (menor número de passos evolutivos):

Com menos passos evolutivos ela conseguiu se manter. Então quer dizer que ela é uma boa competidora no ambiente. Só que ela é mais específica. Por ser pequena e não ter estruturas verdadeiras ela vive em ambientes úmidos. Essa daqui é mais... ela não é tão exigente ela acontece em vários lugares então ela teve que sofrer mais adaptações pra conseguir. Mas todos são importantes. Todos fizeram adaptações pra conseguir ficar no ambiente. Não existe a menos evoluída, existe a que teve mais passos evolutivos pra conseguir sobreviver. E pra permanecer no ambiente (Paula).

Neste trecho observamos que Paula novamente apresenta a adaptação como uma finalidade. Seu discurso sugere que as plantas empreenderam esforços, modificações, para adaptar-se ao meio. No que diz respeito a esse conceito biológico, observamos que o significado atribuído por Paula reflete seu pensamento, o quê entende do conceito (VIGOTSKI, 2010).

Outro momento de destaque é quando a professora resgata os conceitos filogenéticos para interpretar a árvore, explicando-os de modo bastante geral, mas que dá indícios da apropriação desses tópicos, trabalhados no curso. “*Autapomorfia? A gente vê que o B ele tem uma característica que surgiu só nele. Esses aqui a gente tem uma sinapomorfia. Que são grupos irmãos. E aqui a gente tem sinapomorfia de... B, C e D. Que são características que... eles compartilham*”.

Percebemos que Paula tem condições de fazer uso da Sistemática Filogenética no ensino da classificação, necessitando um pouco mais de estudo para a aquisição de segurança do conteúdo ministrado. Aos poucos é possível que Paula deixe de ensinar

alternando sistemas classificatórios e priorizando mais a interpretação holística dos aspectos biológicos por meio de árvores filogenéticas. Além disso, Paula demonstra estar em processo de aprendizagem da Sistemática Filogenética, construindo significados aos conceitos aprendidos e, mais que isso, lidando com sistemas simbólicos que medeiam a relação do biólogo com a filogenética: a representação filogenética. Desse modo, “quando pensamos, não lidamos com a coisa em si, mas operamos mentalmente com a sua representação, o que nos permite pensar sobre coisas que não estão imediatamente presentes no tempo ou no espaço” (SFORNI, 2004, p. 47).

Reflexões.

Após a simulação de sua aula, Paula apresentou algumas reflexões sobre sua proposta de aula. Demonstrou que seu próprio planejamento estava permeado pela dúvida sobre qual das propostas classificatórias usar: “*Éh:: e eu fiquei pensando, éh:: eu trabalho Lineu? Eu trabalho a questão filogenética?*”. A opção pela alternância entre os dois métodos pode ser justificada pela resposta dada à pesquisadora quando questiona por que escolheu trabalhar dos dois jeitos.

Observamos que Paula considera importante o trabalho com as características propiciadas pela ênfase nas categorias dos reinos, o que se confirma com sua opção pelo uso de um jogo para fixação das características. Contudo, ao mesmo tempo admite a deficiência dessa abordagem, atribuindo isso ao livro didático e justificando o uso da árvore filogenética em sua aula.

Outro ponto importante é que Paula considera que a árvore por si só não diz muita coisa, e que a matriz filogenética permite estabelecer relações inexistentes na árvore muitas vezes ilustrada no livro em que se exigem interpretações muito rasas, do que está expresso apenas na figura. “[...] *A matriz dá o sentido, é o fundamental. Como que eu vou montar então essa árvore? Então eu tenho que trabalhar matriz. Gasta um pouquinho de tempo a mais? Gasta, mas eu vou dar sentido à árvore filogenética. Ó o tanto que é mais fácil a gente olhar a matriz e ver... [...] Da onde saiu*”.

Embora concordemos com Guimarães (2005) que o cladograma por si só não corresponde ao sucesso da aprendizagem, visto que é preciso saber interpretá-lo, também pontuamos que a ênfase na interpretação de árvores filogenéticas, como sugere esse mesmo autor, não seja a melhor maneira de trabalhar a filogenia no ensino. Como ressaltou

Paula, é a matriz e a sua construção que dão o sentido ao aluno sobre a árvore ou cladograma que se trata apenas do resultado final de um imenso trabalho do cientista.

[...]

P.Mod: Por que você fez a aula de sistemática? Se você tá trabalhando, você falou que as características do reino animal, tal, tal, tal. Por quê que você escolheu trabalhar dos dois jeitos? Primeiro você deu as características em reinos e você usou a sistemática na sua aula hoje?

Paula: Porque é... o livro didático ele traz uma abordagem muito simples do.. de como evoluiu. Às vezes não tem essa... essa representação está no livro em um exercício só que aparece lá difuso entendeu? Jogado. Não tem nada explicando como surgiu essa...essa árvore filogenética, esse cladograma. E a matriz eu não tinha visto até então e é uma coisa importante, um método pra gente chegar até a árvore filogenética. Então eu trouxe um histórico, uma metodologia. Por isso que eu quis trabalhar. E é importante. Por quê? O professor geralmente trabalha é... me perdi... ah é, briófitas... hum... pteridófitas...hum... gimnospermas... cada aula um tema. Como que o aluno, eu tenho dificuldade, eu tenho que fazer relações então tudo pra mim tem que ter uma historinha. Então quer dizer que surgiu primeiro briófitas depois de milhares de anos aconteceu um monte de passos de eventos depois veio que sofreu novas adaptações. Então eu sempre gostei de ver o grupo intermediário. O que deu origem. Como foi? E tem que ter ligação. Se não, o aluno vai falar então quer dizer que a briófitas não é importante? Ah quer dizer que a angiosperma é a melhor? Não, não é. Tem que ter um sentido. [...]

P.Mod: Você acha que daria pra trabalhar no segundo ano com matriz, sinapomorfia, autapomorfia? Você faria isso?

Paula: Sim. Faria desse jeito, dessa forma. Eu já trabalhei, não trabalhei a matriz que até então eu não tinha conhecido a matriz. Mas eu trabalhei com alunos essa representação, foi numa escola aqui de ensino médio, eu fiz a revisão do ENEM, eu estava fazendo estágio, e eu propus então tipo um... todo dia no sexto horário eu ficava com os alunos e revia todos os conteúdos que caem no ENEM. Então eu trabalhei, fiz o jogo, no horário regular e também nesse sexto horário e trabalhei o cladograma. Explicando tudo, o jogo trabalha a evolução, as características e depois o cladograma. A matriz dá o sentido, é o fundamental. Como que eu vou montar então essa árvore? Então eu tenho que trabalhar matriz. Gasta um pouquinho de tempo a mais? Gasta, mas eu vou dar sentido à árvore filogenética. Ó o tanto que é mais fácil a gente olhar a matriz e ver...

P.Mod: Da onde saiu.

Paula: Da onde saiu. [...]

PC: Eu fiquei me perguntando, você fez assim então, uma aula sobre plantas, você pegou falou. Deu a tradicional, daí depois você mostrou o método, e depois você trabalhou a questão da filogenia. E se você fizesse o inverso?

Paula: Aham. Filogenia primeiro...

PC: Método, vamos supor filogenia, depois você vinha trazendo exemplo, lembra que a gente viu lá que a gente vai trabalhar só com briófitas, você acha que ficaria mais confuso na cabeça deles?

Paula: Eu acho que... [...]

Paula: [...] Éh:: e eu fiquei pensando, éh:: eu trabalho Lineu? Eu trabalho a questão filogenética? [...]

[...]

Paula: É uma forma que eu nunca tinha visto. Mais uma maneira de eu repensar essa aula se eu for aplicar ela de novo. Porque igual eu falei éh:: eu acho que eu deixei ela mais pro meio, a sistemática filogenética, porque estou meio insegura durante a apresentação eu acho que deu pra ver isso. Em algumas coisas eu ainda tenho insegurança pra eu trabalhar. A matriz eu olhava, eu refiz uma colinha pra... pra saber porque foi uma coisa bem recente eu nunca tinha... e a representação eu fiz em casa, eu olhei, eu li o material todinho que vocês me forneceram³¹ pra ter uma confiança em trabalhar. Eu acho que muitas vezes os professores não trabalham por não ter visto durante a graduação e não ter uma experiência com o conhecimento. Agora com esse novo olhar que você me deu, com certeza eu faria primeiro essa filogenética e depois vinha esmiuçando os grupos, dentro da árvore. Focaria toda a aula lá, hoje a gente vai falar do grupo A, B, C, D. [...]

As reflexões de Paula também confirmam sua opção de aula e justificam sua insegurança. Discute que o fato de a sistemática ter sido trabalhada posteriormente à classificação tradicional decorre de sua falta de experiência e conhecimento do tema. Assume, inclusive, a possibilidade de trabalhar as características dentro da árvore. *“Agora com esse novo olhar que você me deu, com certeza eu faria primeiro essa filogenética e depois vinha esmiuçando os grupos, dentro da árvore. Focaria toda a aula lá, hoje a gente vai falar do grupo A, B, C, D”*, o que demonstra que ela entendeu que as características vão estar presentes e serem destacadas tanto na classificação tradicional quanto no cladograma, mas que na perspectiva filogenética a explicação dessas características é acompanhada da perspectiva evolutiva.

Em outras palavras, *“Dessa maneira, a ‘árvore da vida’ funciona como um guia para a preparação e apresentação dos conteúdos, associando o reconhecimento da diversidade biológica ao processo evolutivo que afeta todos os aspectos do mundo natural”* (SANTOS; CALOR, 2007, p.3).

Fabíola, Paula e Taís, foram as únicas participantes que propuseram aulas previamente planejadas e, excetuando-se Taís que não apresentou sua proposta, as outras duas colocaram suas ideias em prática. Paula e Ivan propuseram trabalhar com a sistemática filogenética. Ivan, diferentemente de Paula, relatou que proporia apenas uma hipótese filogenética para depois trabalhar a história evolutiva das plantas. Essa opção de

³¹ Paula refere-se aos slides das aulas, enviados aos participantes e do texto traduzido de Opdyke (2013).

Ivan reproduz a atividade prática efetuada no encontro anterior, na qual houve a coleta de plantas e o levantamento hipotético de uma relação de parentesco entre as amostras coletadas para posterior submetê-las a análise, mediante a observação das características.

[...] a única coisa que eu ia mudar do da Paula, porque eu ia trabalhar plantas também. [...] A única coisa que eu criaria antes é uma hipótese. Pra depois entrar com o conteúdo, seria talvez três pontos, primeiro com a hipótese, o conteúdo e a prática junto [...] E depois, eu levaria pra fazer isso aí. Um cladograma perfeito. Aí eles entenderiam a onde está cada conceito que foi trabalhado na sala de aula. [...]. Eu faria isso, traria uma hipótese... [...]. Hipótese assim, o que você vê nessa plantinha? Isso é planta? ou isso... porque a gente consegue desmontar, pegar que nem folha de samambaia pra eles verem. [...] Observar pra ver onde que está a estrutura, onde que ela encaixa aqui? Ela é mais evoluída ela é menos evoluída? Porque isso aí eles vão ver, se é evoluída ou não. Eles acham que não estão num mesmo patamar. (Ivan, 8º Encontro).

Das outras três propostas de aula, podemos observar opções distintas entre si, mas todas ancoradas na perspectiva tradicional da classificação, ou seja, em categorizações. Outro ponto que converge nessas propostas é a omissão do tratamento evolutivo, pois não há qualquer menção à explicação evolutiva da diversidade que se propõe a classificar. Apresentaremos sucintamente alguns aspectos de cada uma dessas propostas em ordem de complexidade que acreditamos conter em cada uma delas, sendo a primeira a que consideramos mais simples.

A proposta de Fabíola é estritamente taxonômica, já que propõe a identificação de características e o agrupamento primeiramente de itens do supermercado. Posteriormente, insere dezenas de imagens de seres vivos para serem identificados e agrupados segundo o critério de escolha dos alunos. Entre esses seres vivos Fabíola enfatiza os animais, apenas três figuras representam as plantas, uma representando os fungos. Já os seres vivos: bactérias, protozoários e algas, não foram ilustrados. O destaque a animais e vegetais em conteúdos de livros didáticos também é predominante, ressaltam Roma e Motokane (2007).

Para Nickels e Nelson (2005), é pouco eficiente o uso de classificações inanimadas, como as os itens de um supermercado como propõe Fabíola, quando comparados aos organismos biológicos, já que se lida com critérios de organização arbitrários e artificiais. Segundo os autores, a escolha por essa abordagem prejudica a compreensão do aluno acerca da diversidade biologia em uma perspectiva evolutiva. A biologia deve objetivar o

ensino do relacionamento entre os diferentes seres vivos, por isso a importância dos táxons contidos na árvore filogenética, pois evidenciam a ancestralidade.

A professora relatou que se tratava de uma aula já aplicada a uma turma de 7º ano, mas que foi inspirada pela prática do primeiro encontro em que diferentes materiais foram oferecidos aos grupos que deveriam realizar uma classificação livre, a critério do que lhes parecesse mais conveniente. Critérios esses que seriam explicados ao restante da sala posteriormente.

[...] eu me baseei em uma aula que eu tive aqui, a primeira nossa. Vocês distribuíram exemplares para que a gente criasse os agrupamentos né?, e cada um apresentava. Aí lá eu fiz o seguinte, eu... primeiro eu falei do supermercado [...]. Aí eu peguei pela internet mesmo só, já o joguinho pronto com os... nomes. Primeiro pra eles organizarem como se fossem donos de supermercado. [...]Aí no primeiro momento eu dei esse. Aí eu falei, gente, tá ficando craque aí? Porque agora vai vir o segundo momento eu vou juntar vários seres vivos. Seres vivos de todos os... que eu já tinha as aulas anteriores. [...] eu falei não preocupa se é mamífero, isso é mamífero, isso é o quê? Porque vocês, eu ainda não estudei com vocês as características, eu quero que vocês agrupem os mais semelhantes. Eu quero a criatividade de vocês. [...]Aí na prática que eu faria aqui no caso, aí eu coloquei essas imagens, já nas imagens é falar pra eles fazerem subgrupos. Esse aí foi pra dar uma introdução, mas só depois que voltar do recesso é que eu vou estar começando com eles a classificação mesmo. Eu vou voltar com esse trabalhinho que eles fizeram pra eles entenderem o que eles fizeram com relação que eu introduzi os cinco reinos, não aquele grande que a gente viu aqui, eu não consigo trabalhar esse [risos]. [...] A prática eu esqueci de falar ela no todo porque eu misturei algumas coisas. Primeira coisa vocês iam agrupar. Depois que vocês fizessem isso em grupo, cada um ia escolher o que, olhando, qual do ser vivo você gostaria de ser. O aluno ia falar. E colocar no papel porque que ele queria ser esse ser vivo. Porque através disso eu já... ele já ia estar falando algumas características dele. Eu quero ser isso porque... eu quero ser o cachorrinho porque... aí ia selecionar algumas características. [...] E outra coisa, primeiro eu ia fazer diferente pra um grupo e pro outro. Coisas diferentes. Depois eu pensei o seguinte, não vou fazer diferente porque eu quero mostrar na hora que eles forem apresentar que tem formas diferentes no mesmo... de agrupar de formas diferentes. De acordo com a... entendimento de cada um. Daí fiz igual. [...] (Fabiola, 8º Encontro).

Fabiola opta por uma abordagem inicial de agrupamentos segundo critérios a serem escolhidos pelos alunos, sendo coerente com o objetivo que propõe em seu planejamento (ANEXO 2). Fica nítido também que uma abordagem posterior seria trabalhar as categorias dos cinco reinos, apenas informando da existência de um sexto reino, o chromista, pois afirma não conseguir trabalhá-lo. “[...] eu vou dar a visão dos cinco

reinos. Não vai dar pra aprofundar em todos, é... depois, daí... essa ideia vertebrado, invertebrado acho que é bem interessante pra dar no sétimo ano. Aí depois uma base de invertebrado, principalmente nos causadores de doenças. Os mais conhecidos pra chegar na parte dos mamíferos no final do ano...”.

Questionada sobre a apresentação dos demais seres vivos como fungos, bactérias e protozoários, Fabíola reforça a compartimentalização dos conteúdos de Ciências e Biologia, já discutidos, pois afirma ter trabalhado em outro momento com esse aspecto quando poderiam ser explorados na perspectiva evolutiva ressaltando essas importâncias ecológicas, mas também de compartilhamento de características. *“na ecologia eu trabalhei com... éh:: a parte dos decompositores também, dos fungos e organismos microscópicos, qual mais eu trabalhava? Bactérias [...]”.*

Questionamos também como seria se tentasse trabalhar a vertente filogenética com seus alunos. Fabíola assume que não deu ênfase à evolução, e mesmo com algumas ideias dos colegas não demonstrou como poderia fazer, indicando a dificuldade de emprego da proposta filogenética para explicar a classificação.

PC: Você ficou mais na taxonomia tradicional né. Pra eles agruparem no que eles achavam que era. E como introduzir a questão da filogenia, da cladística, fiquei pensando...

Fabíola: Que é da... da questão de evolução mesmo. De como que foi modificando...

PC: Isso. Na hora que a gente pede pra eles agruparem... na Sistemática Filogenética a gente tem

Fabíola: ... e ao mesmo tempo como que vai encaixando né? Vou ter que tá vendo...

PC: É eu fiquei pensando, e agora? Essa opção deles agruparem como eles acham melhor. Mas depois, agora na filogenia que tá tentando unificar tudo desse aqui tudo que você falou e testar se realmente isso vai ser uma característica. Como você acha que daria pra fazer?

Paula: Ali no cladograma, talvez pedir pra eles tentar criar um cladograma.

PC: As características

Fabíola: deles né? Com o que eles fizeram.

A segunda proposta é de Cleo. A professora apenas descreve como imaginou sua aula.

[...] o que que eu pensei. Como é que eu comecei. Eu fiz uma pesquisa de alguns trechos de vídeo pra poder passar. Aí eu me deparei na questão de como eles colocam esses vídeos, aí eu comecei pensando no Nemo né, um vídeo, depois aquele lagartinho que vive no deserto pra fazer aquela aula que vocês colocaram aqui no começo. [...] as imagens né pra gente separar por características. Então eu pensei primeiro em passar um

vídeo depois desse vídeo interpretar como os personagens principais e começar a dar, colocar as imagens pra eles separarem algumas características né. Ai depois eu fiquei pensando assim na frase que a professora colocou aqui né, como que você ensinaria a classificação dos seres vivos? E aí eu caia sempre nos cinco reinos. Eu não conseguia fugir dos cinco reinos. [...] Tá, a dinâmica seria ótima, a entrada seria ótima, mais aí como que eu trabalhar... como que eu iria trabalhar a classificação dos seres vivos depois que eu vi tudo, nos cinco reinos? Aí eu estava fechada na caixinha. Na caixinha. Por mais que eu fosse pra um lado, fosse pra outro eu estava fechada na caixinha (Cleo, 8º encontro).

Cleo relata que se deparou com um grande problema para alcançar a proposta estipulada para o último encontro. Observamos que sua proposta recai sobre identificação de características de personagens animais de filmes para posterior enquadramento em cinco reinos. Cleo revive o conflito “*como que eu iria trabalhar a classificação dos seres vivos depois que eu vi tudo, nos cinco reinos?*”. A professora não aceita o fato de ter visto tantas coisas novas e mesmo assim não conseguir aplicá-las. Na sequência, atribui parte desse entrave à falta de materiais.

[...] eu pesquisei na internet [...] então eu fui pesquisando, todos os materiais que eu encontrei na internet, cinco reinos. Cinco reinos, cinco reinos, cinco reinos, cinco reinos, eu falei como que eu vou ensinar classificação fora e vou ter que lá lembrar do animalia, protista.. aí separar naqueles mesmo... porque eu pensei a aula pro sexto ano. Então você tratar das mesmas características e como eu vou ensinar esse processo de evolução? Aí eu peguei, falei, não, acho que.. aí eu introduzi lá a criação do universo e do planeta Terra. Aí eu tenho uns documentários muito interessantes né, e aí ele fala né, que primeiramente surgiram as bactérias e depois essas bactérias foram formando colônias e aí eu me pego de novo, mais gente e a evolução? Onde que eu vou parar com esses cinco reinos? Aí eu pensei a construção da linha do tempo, imaginária né [...] Mas só que de novo eu batia, mas e a classificação? E os cinco reinos como que eu trabalharia a classificação? Não estou atingindo o objetivo da aula [...] (Cleo, 8º encontro).

A reflexão de Cleo nos permite entender sua preocupação em apresentar a evolução e até mesmo a origem da vida, mas não consegue sair da perspectiva de cinco reinos que a prendeu no encaixotamento de características estanques. A professora diz que, com a aula feita por Paula, conseguiu ver que é possível adaptar as duas coisas: “*Na hora que ela ((Paula)) chegou ali, que montou, que falou da evolução, eu falei: gente é uma forma tão simples, os meus meninos poderiam ter trabalhado tanto. Poderia encaixar, porque daí algumas características né unicelular, pluricelular, eucarionte, coloco naquele modelo*

simplesinho”. Assim como Amorim (2008), Oliveira et al (2011) propõem em pesquisa, a possibilidade de ensino da perspectiva filogenética na evolução de animais para turmas do Ensino Fundamental, 6º e 7º ano respectivamente, e embora tenham observado a dificuldade dos alunos com as terminologias da sistemática filogenética, conseguiram resultados positivos no aprendizado da zoologia de maneira evolutiva.

A dificuldade da professora, embora possa estar justificada no hábito ou experiência com o uso dos reinos, também pode ser analisada sobre a perspectiva de sua compreensão acerca do método sistemático filogenético. Observamos, anteriormente, que Cleo demonstrava algumas dificuldades quando exposta à tarefa de interpretar árvores com conceitos filogenéticos, embora ao construir sua própria matriz e árvore, ter apresentado bom desempenho. Ela própria assim confessou:

[...] na hora de ler o cladograma eu não sei se tecnicamente, teoricamente eu poderia explicar diferente. Então, por exemplo, aquilo que ficou externo, igual ele fez a tabelinha, mas, por exemplo, assim, tá vendo aqui não tem nada, então aqui às vezes fica confuso. Pra mim. Então eu pensei que poderia explicar por aqui ó, aqui não tem nada então ele tá separadinho. Não teve nenhum sim pra ele, tudo não, não, não, não nas características e ele tá separado, então ele vem aqui. Ele tá separadinho. Ele vem de cá. Eu não sei se poderia fazer isso (Cleo, 8º encontro).

É interessante notar que não é especificamente a estrutura da árvore o que prejudica o entendimento de Cleo, mas a interpretação que necessita fazer dela a partir do uso de aspectos evolutivos conjuntamente com os aspectos do método. O fato de um indivíduo ou grupo ter ficado separado, como ela se refere, não é explicado pelo sim ou não. Esse sim ou não significa a existência ou inexistência de características analisadas e comparadas entre todos os indivíduos da amostra em estudo. Essa transposição interpretativa, entretanto, não é percebida no discurso da professora. Em outro momento de dúvida, percebemos essa mesma problemática:

Paula: Aí alguém perguntou por que que o D tava lá na pontinha ...

Cleo: E aí eu fiquei na dúvida, será que ele vai só lá na pontinha porque ele é o último ou ele poderia ficar em pezinho sendo o último? Eu fiquei na dúvida.

P.Mod: Naquele cladograma lá?

Cleo: É. Porque no próximo lá. Porque você pegou e colocou assim ó. Ele colocou assim né, aí colocou o A, B depois o C e os passos evolutivos, vou colocar uma bolinha pra mim visualizar que eu acho que fica melhor. Aí 3, e aqui 1 e o 2. Tá. Daí perguntou se o D só ficava aqui

na ponta. Aí eu não entendi se o D, se tivesse mais um grupo, se o último grupo é que sempre fica aqui na ponta.

A dificuldade de compreensão de Cleo quanto às informações que compõem a árvore filogenética pode ter sido o grande fator que a direcionou na opção pelo trabalho tradicional de classificação. Mesmo com os esclarecimentos e ideias, Cleo concluiu dizendo como devem continuar sendo suas aulas.

[...] eu sempre falava de forma tradicional a classificação dos seres vivos. Então os seres vivos eles são, hoje, atualmente, mas já existiram outras classificações... nem abordava com eles o.. Às vezes quando é uma turminha que pergunta mais, que questiona eu falo não, existe o sexto reino, citava por cima e dava uma passada. Mas é... trabalho da forma tradicional a classificação dos cinco reinos. Aí você descreve as características, depois você pode montar uma tabela, você coloca as características, por exemplo, ser eucarionte, aí você põe lá as características, igual ali, que que eles fazem, normalmente eles montam, mas muitas vezes encontra pronto. Éh:: protista, monera, animalia, plantae e eles já colocam, unicelular, já vem e vai marcando xis no que tem. É praticamente assim uma matriz filogenética e já vem prontinha. Aí aquilo ali você passa pro aluno... você monta o conteúdo e dá junto aquele resuminho. [...] (Cleo, 8º encontro).

Assim como Oliveira e Silva (2010) observaram, muitos professores continuam sem usar a Sistemática Filogenética devido à falta de atualização desse conteúdo nos livros didáticos e mesmo a falta de tempo para abordagem do que acreditam ser um conteúdo a mais. No entanto, diferente do que acreditam os autores, a utilização do tema Sistemática Filogenética não depende apenas disso. Mesmo após a formação continuada, Cleo demonstra dificuldades de aplicação em suas aulas do conteúdo aprendido. Dessa forma, há outros fatores relacionados à perspectiva de uso da filogenética em aula que não estão relacionados ao domínio dele, entre elas questões inerentes à profissão docente como já destacado, além de crenças pessoais etc.

Por fim, a proposta de Taís, também se pautou na perspectiva da taxonomia tradicional, contudo, ela em específico não será aqui objeto de análise³².

Percebemos que os professores participantes do curso conseguem identificar as contribuições do curso no que diz respeito à classificação do mesmo modo que assumem as deficiências que ainda se encontram presentes no trato deste conteúdo. Ivan, por exemplo,

³² A proposta da participante não foi analisada em virtude constituir-se em plágio de uma proposta já publicada, não conferindo, portanto, condições para atender a nossa análise de apropriação e emprego individual e legítimo da sistemática filogenética.

explica que “*Hoje eu trabalharia um pouco mais com a cabeça aberta. A gente era meio que mais bitolado. Quer quiser, é doutrinado pra seguir aquilo. Acho que despertou um pouco mais*”. Paula conjectura como trabalharia a classificação antes de conhecer a fundo a sistemática filogenética:

Na classificação, eu ia trabalhar lá, às vezes até aquele... reficofage ((macete para decorar os níveis taxonômicos de Lineu)) [...] É... trabalharia bem tradicionalmente mesmo. [...] Eu achava que era muito separado a classificação, da evolução da... é... sistemática filogenética, da ecologia... porque eu estudei tudo separado. Não tive a união como esse curso, porque eu vi que tudo faz sentido. Então antes eu não tinha isso na cabeça, como um faz parte do outro (Paula, 8º encontro)..

Cleo reforça suas dificuldades:

Então é difícil, o desapego é... o desapego é muito difícil. Mas, aqui abriu possibilidades de você estar é... trabalhando de uma maneira diferenciada aquilo que você já vinha trabalhando. [...] Eu só teria dúvida hoje de como que eu abordaria as características desses grupos sem ficar distante da aula tradicional. Como que eu abordaria as características desses grupos até chegar naquela tabelinha já que daria pra montar a matriz, mas sem ser de uma forma maçante? Decoreba, muitas das vezes [...] (Cleo, 8º encontro).

De modo geral, os discursos aqui analisados nas Etapas I e II da constituição de dados da pesquisa, objetivaram observar como os professores formadores reconhecem as diferenças entre os sistemas classificatórios na biologia bem como identificar a apropriação e emprego do método sistemático filogenético por professores de ciências e de biologia em situações de ensino. Como síntese, pontuamos na sequência nossos principais resultados:

- As mudanças ocorridas no conteúdo da classificação biológica são vistas por professores formadores e pesquisadores taxonomistas como resultados da dinâmica da ciência e da sua história, ao mesmo tempo em que os professores da Educação Básica atribuem essas mudanças à natureza mutável da ciência, mas assumem como verdades alguns aspectos históricos trazidos pelos livros didáticos, nem sempre fiéis ao ocorrido;

- Para professores formadores e pesquisadores taxonomistas, o sistema classificatório deve estar baseado em um método científico, enquanto para professores da Educação Básica a classificação é norteada por características predominantemente passíveis de apreensão;

- A Sistemática Filogenética é reconhecida por professores e pesquisadores universitários como a metodologia que melhor explica as relações de parentesco entre os grupos, embora esses professores não a usem, optando por sistemas considerados mais didáticos como os cinco reinos, possivelmente por trabalharem com enquadramentos dos seres vivos, minimizando possíveis dúvidas;

- A formação continuada propicia aos professores da Educação Básica a transposição de uma classificação como enquadramento dos seres vivos em categorias específicas para uma classificação dinâmica e questionável;

- O conteúdo de classificação dos seres vivos ensinado na Educação Básica sofre fortes influências da cultura escolar, inerentes à profissão docente e não reflete uma opção que leva em conta critérios de conhecimento, entendimento e nível de aprofundamento do tema que se quer alcançar pelo professor, como observado entre os professores e pesquisadores universitários;

- Classificar é um movimento de compreensões do que se sabe ao que não se sabe. Nesse sentido, as árvores filogenéticas, como expressão de uma classificação passível de ser interpretada pela evolução, ainda são pouco reconhecidas entre professores da educação básica;

- A formação continuada pode promover a apropriação ou propiciar maiores compreensões acerca dos aspectos evolutivos, representações e interpretações da árvore filogenética;

- O emprego da Sistemática Filogenética em situações reais de ensino não é garantido unicamente pela participação em Cursos de Formação Continuada, demonstrando que a evolução precisa necessariamente fazer parte da rotina dos professores de Ciências e de Biologia em formação ou já em atuação profissional, como forma de explicar os fenômenos biológicos, para que depois as classificações biológicas possam ser naturalmente um reflexo dessa compreensão, como propõe a Sistemática Filogenética.

CONCLUSÕES.

A história da taxonomia, retratada no recorte optado por este trabalho, mostrou-nos como os principais conhecimentos envolvidos na classificação biológica são recentes. Ao mesmo tempo, o quanto o ensino desses conhecimentos no Brasil, no nível da Educação Básica, é incipiente.

Assim como Hennig, no século XX, percebemos que o aprofundamento de uma área frente a um determinado problema desencadeia tanto a especialização desta área, quanto o isolamento dela e dos pesquisadores nela envolvidos, ocasionando as subdivisões que ainda hoje presenciamos na Biologia. Isso fica perceptível na história da taxonomia que percorremos, assim como no discurso de taxonomistas brasileiros como E₃ e E₈. Dois dos sujeitos desta pesquisa, ao dizerem que: *“Um especialista deve conhecer mais amplamente para explicar as diferenças ((classificatórias)), enquanto um aluno do ensino básico aprende o essencial, e infelizmente, superficialmente”* (E₃) e E₈ complementa: *“me interessa conhecer em algum detalhe toda a classificação dos Actinopterygii, mas não tanto a dos demais vertebrados e menos ainda a dos outros organismos”* (E₈). Portanto, trata-se de um fenômeno presente na Biologia, denominado por Amorim (2002, p. 45) de “especialista extremo”. Como consequência desse contexto internalista da ciência taxonômica e biológica, o ensino passou a ser também fragmentado justificando uma abordagem mais didática. Contudo, o que vemos é a dificuldade de realizar correlações entre os vários conhecimentos biológicos para efetuar a explicação de um determinado fenômeno.

Percebemos que a evolução é, nos currículos escolares brasileiros, uma abordagem muito recente, o que justificaria, em parte, a fragilidade com que é tratada no ensino. Fragilidade esta que se reflete na interpretação de alguns conteúdos, como é o caso da classificação biológica. A evolução vem questionar o agrupamento estático das espécies na medida em que procura demonstrar suas relações de parentesco e ancestralidade.

A existência de diferentes sistemas classificatórios na Biologia torna-se positiva, uma vez que permite compreendermos como cada período histórico explicava as relações entre mundo vivo. Além disso, torna-se profícuo por permitir demonstrar a dinamicidade, mutabilidade e provisoriedade das explicações contidas na ciência. Entretanto, esse processo precisa ser feito visando demonstrar o que os atuais sistemas classificatórios propõem para a explicação dos fenômenos biológicos. Pelo contrário, o que vemos, como

a literatura demonstrou, é uma estagnação quanto ao ensino da classificação dos seres vivos.

Nesta pesquisa analisamos na prática pedagógica de professores de Ciências e de Biologia o reflexo das mudanças epistemológicas existentes no contexto histórico e metodológico da classificação biológica. Percebemos que os professores e pesquisadores do Ensino Superior, em sua maioria, conhecem as mudanças ocorridas no âmbito taxonômico. Atribuem-nas inclusive à Natureza e História da Ciência. No entanto, essas mudanças não atingem eficientemente sua prática pedagógica, visto que alguns deles continuam ensinando a Biologia estritamente com base em sistemas classificatórios que não acompanham as mudanças mais recentes da área biológica.

Esses profissionais, em grande medida, reconhecem a importância da perspectiva filogenética, mas não fazem uso dela por considerarem complexo seu ensino. Desse modo, mantêm a perspectiva de ensino de características biológicas em categorias, por considerá-las mais didáticas e compreensíveis pelos graduandos e licenciandos. Esse fato, em parte, pode estar relacionado à própria formação desses profissionais. Se bacharéis, dificilmente tiveram acesso à discussão de aspectos do ensino e aprendizagem, mas, mesmo assim, atuam como docentes na formação inicial e, portanto, com o ensino e aprendizagem dos profissionais que formam.

A falta de materiais para a transposição didática do conhecimento filogenético também pode ser um dos problemas enfrentados por professores que não tiveram a formação ou mesmo a tiveram de maneira superficial. Para o nível superior de ensino, contamos apenas com a obra clássica de Amorim (2002) para aprendizagem do método sistemático filogenético. O livro aborda desde a fase de escolha de caracteres até a análise da árvore construída. Os demais livros texto para a formação de biólogos, por outro lado, têm trazido hipóteses filogenéticas na explicação dos agrupamentos vivos como ocorre na Zoologia (HICKMAN, et al 2016), mas não explicam como construir árvores. Portanto, embora Amorim seja um texto acessível à formação de biólogos, principalmente para sua especialização na área taxonômica, para a formação de professores de biologia seria oportuno que tivéssemos obras em uma linguagem que aproximasse os “não especialistas” do método de Hennig.

Por fim, para esses profissionais, o problema do ensino da classificação biológica situa-se na Educação Básica, por vários motivos, mas que em último caso se deve às opções do professor em abordar ou não determinado conhecimento e em determinada

profundidade teórica a determinadas séries. Possivelmente essa consideração seja um reflexo da própria atitude desses professores do Ensino Superior frente a alguns conteúdos, e que generalizam como atitude dos demais colegas atuantes em outros níveis. Há também outro fator: muitas vezes, os professores de licenciatura em Biologia do ensino superior no Brasil optam por abordar curricularmente o que se encontra em livros didáticos. Desse modo, é o livro didático que passa a guiar a formação inicial docente. Portanto, se este livro trouxer a abordagem filogenética, esta possivelmente será tratada na formação docente, do contrário o trabalho continuará sendo pautado em sistemas clássicos e, nem sempre, numa perspectiva evolutiva.

Já entre os professores da Educação Básica pesquisados, as mudanças nas propostas classificatórias são reconhecidas como inerentes à ciência e sua dinâmica. Apesar de que esses profissionais tiveram pouco acesso ao conhecimento acerca dessas mudanças. Por isso, o livro didático, principal material atualizador do professor no dia a dia é respeitado e considerado como retrato do que se sabe na Biologia.

O ensino da classificação dos seres vivos por professores da Educação Básica, diferentemente do que pensam os professores e pesquisadores do Ensino Superior, não é uma questão de opção, mas alvo de inúmeras influências da cultura escolar e de suas constantes mudanças diretivas, conforme vimos no Capítulo V. As próprias compreensões dos professores sobre como a classificação se dá não são muito claras e perpassam extremos do concreto ao abstrato. Observamos também dificuldades na formação de conceitos básicos da Biologia. Nesse aspecto, a evolução ao mesmo tempo em que auxilia explicações palpáveis, distancia o entendimento quando em níveis mais complexos e holísticos. Em outras palavras, as interpretações evolutivas realizadas pelos professores da Educação Básica, sujeitos da pesquisa, foram mais facilitadas quando utilizamos representações de árvores filogenéticas já prontas, seja da literatura ou da internet. Quando eles próprios construíram suas árvores filogenéticas como resultados das análises efetuadas em seres vivos do cotidiano, a interpretação evolutiva dificilmente apareceu. Acreditamos que isso seja consequência da rotina docente. Como professores, estamos acostumados a apresentar exemplos clássicos e apontar neles explicações biológicas. No entanto, aplicar explicações biológicas a problemas do cotidiano exerce mobilizar entendimentos mais profundos sobre os conceitos biológicos, por isso nem sempre sabemos explicar evolutivamente o parentesco das espécies vegetais contidas no jardim da escola, por exemplo.

Durante o Curso de Formação Continuada oferecido a esses professores, observamos interações que demonstram não apenas apropriações acerca do método sistemático filogenético, como também discursos que sugerem essa compreensão. Identificamos que cursos de formação continuada podem ser caminhos para se apropriar do método sistemático filogenético, mas que esse conhecimento precisa estar presente com qualidade na formação inicial. Por isso, diante do cenário atual de fragmentação da Biologia, a criação de disciplinas obrigatórias nos cursos de formação em Ciências e Biologia para o ensino da construção e interpretação de árvores filogenéticas pautadas no arcabouço teórico e metodológico da Sistemática filogenética seria uma das alternativas. Mas também é necessário que professores de Zoologia, Botânica, Microbiologia, Anatomia, entre tantos outros, esforcem-se no sentido de apresentar seus conteúdos pautados em interpretações mais amplas que considerem não apenas a evolução, mas as hipóteses filogenéticas para a história dos fenômenos e seres que apresentam.

É preciso considerar que o emprego do método sistemático filogenético por meio de construção e interpretações de árvores filogenéticas em situações de ensino não é garantia dos processos formativos, inicial ou continuado, conforme visto nesta pesquisa. Embora tenham visto e aprendido aspectos centrais do método, conforme demonstramos em nossos resultados, há professores que não sentem confiança em ensiná-lo, principalmente por não terem visto em sua formação inicial ou por conviverem durante muito tempo com sistemas autoexplicativos, como Paula e Cleo explicam:

Éh:: e eu fiquei pensando, éh:: eu trabalho Lineu? Eu trabalho a questão filogenética? [...]É uma forma que eu nunca tinha visto. [...] eu acho que eu deixei ela mais pro meio, a sistemática filogenética, porque estou meio insegura durante a apresentação eu acho que deu pra ver isso. Em algumas coisas eu ainda tenho insegurança pra eu trabalhar. A matriz eu olhava, eu refiz uma colinha pra... pra saber porque foi uma coisa bem recente eu nunca tinha...e a representação eu fiz em casa, eu olhei, eu li o material todinho que vocês me forneceram pra ter uma confiança em trabalhar. Eu acho que muitas vezes os professores não trabalham por não ter visto durante a graduação e não ter uma experiência com o conhecimento. [...] Na classificação, eu ia trabalhar lá, às vezes até aquele... *reficofage* ((macete para decorar os níveis taxonômicos de Lineu)) [...] É...trabalharia bem tradicionalmente mesmo. [...] Eu achava que era muito separado a classificação, da evolução da... é... sistemática filogenética, da ecologia... porque eu estudei tudo separado. Não tive a união como esse curso, porque eu vi que tudo faz sentido. Então antes eu não tinha isso na cabeça, como um faz parte do outro (PAULA, 8º encontro).

[...] como que eu iria trabalhar a classificação dos seres vivos depois que eu vi tudo, nos cinco reinos? Aí eu estava fechada na caixinha. Na caixinha. Por mais que eu fosse pra um lado, fosse pra outro eu estava fechada na caixinha [...] eu pesquisei na internet [...] então eu fui pesquisando, todos os materiais que eu encontrei na internet, cinco reinos. Cinco reinos, cinco reinos, cinco reinos, cinco reinos, [...] e aí eu me pego de novo, mais gente e a evolução? Onde que eu vou parar com esses cinco reinos? [...] Então é difícil, o desapego é... o desapego é muito difícil (CLEO, 8º encontro).

As reflexões das professoras pesquisadas, em destaque, nos admitem dizer que o sistema de ensino, principalmente, na Educação Básica precisa enfrentar aspectos importantes para poder assumir como uma de suas diretrizes o ensino numa perspectiva filogenética. É preciso não apenas de materiais e instrumentos didáticos, mas de conhecimento dos professores e segurança para tal. Como Paula e Cleo ressaltam em seu discurso, a evolução em alguns sistemas classificatórios fica em segundo plano, já que as características se mostram estáticas e inquestionáveis dentro das categorias. Isso não permite que professores e alunos pensem nos demais conhecimentos biológicos e mobilizem-nos na explicação.

Desse modo, somamos nosso interesse aos de outros pesquisadores em prol ao ensino da Sistemática Filogenética como forma de garantir a integração dos vários conhecimentos da Biologia, e garantir a evolução como eixo de seus entendimentos. Entretanto, discordamos da inclusão da filogenética como abordagem a todo custo, bem como da inserção de representações filogenéticas sem a devida interpretação e, ainda mais, do emprego da Sistemática Filogenética sem considerá-la como teoria e um dos métodos existentes. Condições que recaem novamente em uma formação inicial de qualidade e bem fundamentada.

Por fim, esta pesquisa deixa como contribuições para outros trabalhos a problemática histórica envolvendo a ciência da classificação biológica de modo que outros estudos poderiam aprofundar em alguns dos aspectos aqui não discutidos, trazendo à luz novas interpretações e explicações para a História e Epistemologia da Biologia. Além disso, outras lacunas de pesquisa são sugeridas para novos trabalhos, como pesquisas com licenciandos em Ciências Biológicas acerca de seu entendimento e uso de abordagens classificatórias no ensino e dificuldades que percebem quanto ao uso da Sistemática Filogenética na prática pedagógica; confecção e publicação de livros paradidáticos voltados à aplicação da abordagem filogenética por professores na Educação Básica;

softwares para uso em sala de aula pelos alunos; entre tantos outros temas que esta pesquisa possa suscitar para aperfeiçoar a abordagem e a aprendizagem numa perspectiva evolutiva da classificação biológica no Ensino de Ciências e Biologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABLOWITZ, R. The theory of emergence. **Philosophy of Science**, v. 6, n.1, p. 1-16, 1939.
- ABREU, Y.S. O método de Aristóteles para o estudo dos seres vivos. **Revista da SBHC**, n.11, p. 35-40, 1994.
- ADL, S. M.; et al. The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. **J. Eukaryot. Microbiol.**, v. 52, n. 5, 9, p. 399- 45, 2005.
- ALBERTI, J.F.; CASTANHO, L.M. Avaliação qualitativa dos conceitos de sistemática filogenética em livros didáticos do ensino médio. **REB**, v.7, n.2, p. 173-192, 2014.
- ALFONSO-GOLDFARB, A.M. **O que é história da Ciência**. SP: Brasiliense, 1994.
- ALLEN, G. E. Life sciences in the Twentieth century. **History of science Society newsletter**, v. 17, n.5, 1988.
- ALMEIDA, E. A.; ARAÚJO, T.G.; TORRES, D. F. Modelagem de cladogramas tridimensionais e aprendizagem de conceitos em Sistemática Filogenética. In: **IV Colóquio Nacional da Associação Francófona Internacional de Pesquisa Científica em Educação: AFIRSE – Secção Brasileira**, 2007, Natal. IV CN-AFIRSE – SB, 2007.
- AMORIM, D.S. Paradigmas pré-evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica. **Ciência & Ambiente**, n. 36, p. 125-150, 2008.
- AMORIM, D. S. **Fundamentos de sistemática filogenética**. Ribeirão Preto: Holos, 2002.
- ANDERY, M.A.P.A.; MICHELETTO, N.; SÉRIO, T.M.A.P. O mito explica o mundo. Em: ANDERY, M.A.P.A. et al (orgs). **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. 16 ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2012a.
- ANDERY, M.A.P.A.; MICHELETTO, N.; SÉRIO, T.M.A.P. O mundo tem uma racionalidade, o homem pode descobri-la. Em: ANDERY, M.A.P.A. et al (orgs). **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012b.
- ANDERY, M.A.P.A.; MICHELETTO, N.; SÉRIO, T.M.A.P. O pensamento exige método, o conhecimento depende dele. Em: ANDERY, M.A.P.A. et al (orgs). **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012c.
- ANDERY, M.A. P.A.; MICHELETTO, N.; SÉRIO, T. M.A.P. O mundo exige uma nova racionalidade, rompe-se a unidade do saber. Em: ANDERY, M. A. P.A. et al (orgs). **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012d.
- ANGIONI, L. Aristóteles: as Partes dos Animais. Livro I. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, série 3, v.9, n. especial, 1999.
- ANGIONI, L. As quatro causas na filosofia da natureza de Aristóteles. **Anais de Filosofia Clássica**, v. V, n. 10, p. 1-19, 2011.
- ARAÚJO JR., J. A.; REDYSON, D. Platão e o papel do demiurgo na geração da vida cósmica. **Religare**, v. 7, n.1, p. 72-80, mar., 2010.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; et al. A Sistemática Zoológica ensinada sem o uso das categorias taxonômicas. In: ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. (Org.). **Ensino de Zoologia - ensaios interdisciplinares**. 2ed. João Pessoa-PB: Editora da UFPB, v. 2, p. 79-99, 2009.

ARBER, A. **Herbals**. Their origin and evolution: a chapter in the history of botany, 1470-1670. Cambridge: Cambridge University Press, 1912.

ARIZA, F.V. A *scala naturae* de Aristóteles na obra *De generatione animalium*. **Dissertação de Mestrado**, 2010. Programa de História da Ciência (PUC) SP, p. 83, 2010.

ARIZA, F.V.; MARTINS, L.A.C.P. A *scala naturae* de Aristóteles no tratado *De Generatione Animalium*. **Filosofia e História da Biologia**, v. 5, n. 1, p. 21-34, 2010.

ASSIS, J. E.; et al Avaliando o conceito de evolução biológica dos professores de biologia do ensino médio de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Gaia Scientia**, v.2, n. 1, p. 97-105, 2008.

BAILEY, L. H. Systematic work and evolution. **Science**, new series, v. 21, n. 536, p. 532-535, abril, 1905.

BAKHTIN, M.; VOLOCHÍNOV, V.N. **Marxismo e Filosofia da Linguagem, problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem**. 5ª ed, São Paulo: HUCITEC, 1990.

BALDATTI, C.; DEL FRANCO, G. Oriente e ocidente: marcos epistêmicos e revolução científica. In: MARTINS, R.A.; et al. (eds). **Filosofia e história da ciência no Cone Sul: 3º Encontro: Campinas: AFHIC**, p. 85-90, 2004. Disponível em: < <http://www.ghtc.usp.br/server/AFHIC3/Trabalhos/11-Celia-T-Baldatti-Graciela-del-Franco.pdf> >. Acesso em 19/01/2017.

BALME, D. M. The place of Biology in Aristotle's philosophy. In: GOTTHELF, A.; LENNOX, J.G. (orgs). **Philosophical issues in Aristotle's Biology**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 9-20, 1987.

BARBOUR, R. **Grupos Focais**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

BARDELE, C.F. On the symbiotic origin of protists, their diversity, and their pivotal role in teaching systematic biology. **Italian Journal of Zoology**, v. 64, n.2. p. 107-113 (published online), 2009.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARMAN, C.R.; STEIN, M.; BARMAN, N.S.; McNAIR, S. Students' ideas about plants: results from a national study. **Science and Children**, p. 46-51, sept., 2003.

BARRETO, J.A.E; MOREIRA, R.V.D. Razão e fé do carvoeiro. Em: BARRETO, J.A.E; MOREIRA, R.V.D. (orgs) **Razão e fé do carvoeiro** (alguns escritos de filosofia das ciências e outros nem tanto). Fortaleza: UFC, Casa de José de Alencar, 2000.

BERNARDI, N. Prefácio (1997). In: AMORIM, D.S. **Fundamentos de Sistemática Filogenética**. SP-Ribeirão Preto: Editora Holos, 2002, p. 9-10.

BERTI, E. **As razões de Aristóteles**. Tradução Dion Davi Macedo. 2ª ed. São Paulo-SP: Edições Loyola, 2002.

BESSEY, C.E. Evolution and Classification. **Botanical Gazette**, v. 18, n. 9, p. 329-333, sep. 1893.

BOTTER, B. Um modelo de definição nos tratados naturais de Aristóteles. **Manuscrito – Rev. Int. Fil.**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 437-468, jul.-dez. 2009.

BRASIL. **Decreto nº 19.800, de 18 de abril de 1931**. Programas do curso fundamental do ensino secundário e instruções metodológicas. Diário Oficial, Rio de Janeiro, RJ, 31 de julho de 1931.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm >. Acesso em 06/09/2017.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais- Ensino Médio**. 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias (**Orientações curriculares para o ensino médio**; volume 2). Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica: diversidade e inclusão**. Brasília: Conselho Nacional de Educação: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão, 2013.

BRAUND, M. Children's ideas in classifying animals. **Journal of Biological Education**, v, 25, n. 2, p. 103-110, 1991.

BROOKS, D.R. Sagas of the Children of Time: The Importance of Phylogenetic Teaching in Biology. **Evolution: Education and Outreach**, v.3, n.4, p. 495–498, 2010.

BROWNE, E. Janet. **Charles Darwin: viajando**. Tradução de Gerson Yamagami. São Paulo: Aracati, Editora Unesp, 2011.

BURR, H.S. Text book of zoology. **Yale Journal Biol & Med**, v.1, n. 3, p. 185-186, 1929.

CAIN, A. J. Logic and memory in Linnaeus's system of taxonomy. **Proceedings of the Linnean Society of London**, v. 169, n. 1-2, p. 144- 163, april, 1958.

CAIN, J. Exploring the borderlands. Documents of the Committee on Common Problems of Genetics, Paleontology, and Systematics 1943-1944. **American Philosophical Society: Philadelphia**, 2004.

CARROLL, L. **As aventuras de Alice no país das maravilhas**. Alice através do espelho. Trad. e org. Sebastião Uchôa Leite. São Paulo: Summus, 1980.

CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Como selecionar conteúdos de Biologia para o Ensino Médio? **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p. 67-100, 2011.

CARVALHO, F.C. et al. Concepções alternativas sobre conceitos filogenéticos: uma ferramenta básica para a aprendizagem. **Anais**. IV ENEBIO e II EREBIO- Regional 4, Goiânia, 18 a 21 de setembro de 2012.

CASTILLO, M.D.L. Iniciação às Ciências – Uma disciplina nova. **Curriculum**, v.1, n.2, p. 67-82, 1962.

CASTORIADIS, C. **Sobre O Político de Platão**. Tradução de Luciana Moreira Pudenzi. São Paulo: Edições Loyola, 2004.

CAVALIER-SMITH, T. A revised six-kingdom system of life. **Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.**, v. 73, n.3, p. 203-266, 1998.

CAVALIER-SMITH, T. Only six kingdoms of life. **Proc. R. Soc. London B**, v. 271, p. 1251-1262, 2004.

CAVALIER-SMITH, T. Cell evolution and Earth history: stasis and revolution. **Phil. Trans. R. Soc. B**. v. 361, p. 969-1006, 2006.

CAVALIER-SMITH, T. **Kingdoms Protozoa and Chromista and the eozoan root of the eukaryotic tree**. *Biol. Lett*, v.6, p. 342-345, 2010.

CESARIN, M.R. et al. Dados preliminares sobre o ensino da sistemática filogenética em ciências e biologia. **Anais**. 58ª Reunião Anual da SBPC, Florianópolis, SC, julho, 2006.

CHARMANTIER, I.; MÜLLER-WILLE, S. Carl Linnaeus's botanical paper slips (1767-1773). **Intellectual History Review**, v. 24, n.2, p. 215-238, 2014.

CINICI, A. Turkish high School students' ideas about invertebrates: general characteristics and classification. **International Journal of Environmental & Science Education**, v.8, p. 645-661, 2013.

CLEMENTS, F. E. An ecologic view of the species conception. I. Past and present practise in species-making. **The american naturalist**, v. 42, n. 496, p. 253-264, 1908.

COPELAND, Herbert F. **The classification of lower organisms**. Califórnia: Pacific Books, 1956.

CORDEIRO, R.S.; MORINI, M.S.C. Historia da filogenia: uma análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD/2015. **Revista Científica UMC**, v.2, n.2, p.1-15, 2017.

CORLISS, J. O. Haeckel's kingdom protista and current concepts in Systematic Protistology. **Stapfia**, v.56, n. 131, p. 85-104, 1998.

COULTER, J. M. Development of morphological conceptions. **Science**, New Series, v. 20, n. 515, p. 617- 624, 1904.

COUTINHO, C.C.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Concepções de professores de ciências e biologia sobre a relação entre diversidade animal e evolução biológica. Comunicação oral. **EREBIO Sul**, 2013. Disponível em: <

http://santoangelo.uri.br/erebiosul2013/anais/wpcontent/uploads/2013/07/comunicacao/13378_74_Cadidja_Coutinho.pdf >. Acesso em 01/03/2017.

DARWIN CORRESPONDENCE PROJECT, “**Letter no. 684**,” Disponível em: < <http://www.darwinproject.ac.uk/DCP-LETT-684> >. Acesso em: 27/09/2016.

DARWIN CORRESPONDENCE PROJECT, “**Letter no. 4555**,” Disponível em: < <http://www.darwinproject.ac.uk/DCP-LETT-4555> >. Acesso em: 26/09/2016.

DARWIN CORRESPONDENCE PROJECT, “**Letter no. 5315**,” Disponível em: < <http://www.darwinproject.ac.uk/DCP-LETT-5315> >. Acesso em: 26/09/2016.

DARWIN CORRESPONDENCE PROJECT, “**Letter no. 6474**,” Disponível em: < <http://www.darwinproject.ac.uk/DCP-LETT-6474> >. Acesso em: 26/09/2016.

DARWIN, C.R. **Origin of species**. The Harvard Classics, New York: PF Collier & Son, 1909.

DARWIN, C. **A origem das espécies**. 2ª ed. Tradução John Green. São Paulo: Martin Claret, 2004.

DAVENPORT, C.B. Zoology of the twentieth century. **Science**, new series, v. 14, n.348, p. 315-324, 1901.

DAYRAT, B. The roots of phylogeny: how did Haeckel build his trees? **Syst. Biol.**, v. 52, n. 4, p. 515-527, 2003.

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

DONOGHUE, M. J.; KADEREIT, J.W. Walter Zimmermann and the Growth of Phylogenetic Theory. **Systematic Biology**, v.41, n.1, p. 74-85, 1992.

DRURY JR.; W.H. **Chance and change: ecology for conservationists**. University of California Press, 1998.

EDDY, M.D. Tools for reordering: commonplacing and the space of words in Linnaeus’s *Philosophia Botanica*. **Intellectual History Review**, v. 20, n. 2, p. 227-252, 2010.

FARBER, P. L. The type-concept in zoology during the first half of the nineteenth century. **Journal of the History of Biology**, v. 9, n. 1, p. 93-119, 1976.

FLICK, U. **Qualidade na pesquisa qualitativa: coleção pesquisa qualitativa**. Porto Alegre – RS: Artmed, 2009.

FORD, B. J. The microscope of Linnaeus and His Blind Spot. **The Microscope**, v. 57, n.2, p. 65-72, 2009.

FOREY, P. **Cladistics for Palaeontologists: Part 1 –Introduction**. (On line). Disponível em: < <http://www.palass.org/publications/newsletter/cladistics-palaeontologists/cladistics-palaeontologists-part-1-introduction> >. Acesso em 25/04/2017.

FREITAS, D.S. Ruptura entre o conhecimento popular e o conhecimento científico na história das classificações botânicas. **Ciência & Ensino**, n. 8, p. 7-9, jun, 2000.

GATTI, B. A. **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas**. Brasília: Liber Livro, 2005.

GALANTE, S.D.; HALLEY, T.; SOUZA, F. KLEPKA, V. Processos argumentativos na construção do conhecimento sistemático filogenético. I JIEPE – Jornada Integrada de Ensino, Pesquisa e Extensão. 1 e 2 outubro, 2015, Uberaba-MG. **Anais**. 2015.

GILMOUR, J. S. L. Whither taxonomy? In: British Association for the Advancement of Science. **Report of the Annual Meeting**. London, 1936.

GOMES, G.B. **Filogenética**: análise e proposta de material didático para o ensino fundamental II. Trabalho de Conclusão de Curso. 59f. 2015. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Roque, 2015.

GOMES-DA-COSTA, S.M. Sistemas de classificação em reinos da diversidade biológica. In: GOMES-DA-COSTA, S.M.; MINT-VERA, C.V. **Organização dos seres vivos**. Maringá: Eduem, p. 55-78, 2010.

GUIMARÃES, M.A. **Cladogramas e evolução no Ensino de Biologia**. Dissertação. 233 f. 2005. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, 2005.

HAECKEL, E. **Historia da Creação dos seres organizados segundo as leis naturaes**. Tradução Eduardo Pimenta. Portugal, Porto: Livraria Chardron de Lello e Irmão, 1911.

HAGEN, J. B. **Experimental Taxonomy**, 1930-1950. The impact of cytology, Ecology and Genetics on ideas of biological classification. Thesis, 1982, 236 p. Oregon State University, 1982.

HAGEN, J.B. Five kingdoms, more ou less: Robert Whittaker and the broad classification of organisms. **BioScience**, v. 62, n. 1, p. 67-74, jan. 2012.

HALBWACHS, M. **A memória coletiva**. Tradução de Laurent Léon Schaffter. São Paulo: Edições Vértice, 1990.

HAMILTON, A. **The evolution of Phylogenetic Systematics**. University of California Press, 2014.

HANKINS, T.L. **Science and the Enlightenment**. New York, Cambridge University Press, p. 1-16, 1985.

HAWKINS, H.L. Palaeontology and Humanity. In: British Association for the Advancement of Science. **Report of the Annual Meeting**. London, 1936.

HENNIG, W. **Elementos de una sistemática filogenética**. Argentina, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1968.

HENNIG, W. **Phylogenetic systematics**. University of Illinois, Illinois Reissue, 1999.

HENNIG, B.; KLUGE, A. Willi Hennig. **The Willi Hennig Society**, 2017. Disponível em: < <https://cladistics.org/willi-hennig/> >. Acesso em 08/02/2017.

HENRIQUES, R.P.B. O herbário do departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão. **Caderno de Pesquisas São Luís**, v.1, n.2, p. 60-67, jul/dez, 1985.

HICKMAN JR., C. et al; **Princípios integrados de Zoologia**. 16ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

HITCHCOCK, A.S. The scope and relations of taxonomic botany. **Science**, New Series, v. 43, n. 1106, p. 331-342, 1916.

HONEY, J.N.; PAXMAN, H. M. The importance of taxonomy in biological education at Advanced level. **Journal of Biological Education**, v. 20, n. 2, p. 103-111, (online), 2010.

HUXLEY, J. **The new systematics**. Oxford: Clarendon press, 1940.

ILLINOIS UNIVERSITY. Carl R. Woese Institute for Genomic Biology. About **Carl Woese**. Disponível em: < <http://www.igb.illinois.edu/about/archaea> >. Acesso em 05/03/2017.

IOWA STATE UNIVERSITY. **The three founders of botany**. Rare works from special collections. 2013. Disponível em: < http://www.add.lib.iastate.edu/spcl/exhibits/botanists/leonhart_fuchs.html >. Acesso em 08/03/2016.

JANSEN, S. **Classification of Organisms and the ‘Economy of Nature’ in the Age of Exploration**. HS 130, Lecture 3. (online). Disponível em: < http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic100012.files/Sept_25/Sept_25_Classification_of_Organisms_NOTES.pdf >. Acesso em 15/06/2016.

JAPIASSU, H. **As paixões da ciência: estudos de história das ciências**. São Paulo: Letras & Letras, 1991.

JORDAN, D.S. The use of numerals for specific names systematic zoology. **Science**, new series, v. 33, n. 845, p. 370-373, 1911.

JORDAN, D.S. Zoological nomenclature. **Science**, new series, v. 36, n. 927, p. 435-437, 1912.

JUSTINA, L.A.D.; CALDEIRA, A.M.A. A pesquisa de iniciação científica como espaço de formação inicial de professores e pesquisadores de Biologia. **Revista Electrónica de Investigación em Educación en Ciências**, v.7, n.2, p. 1-12, 2012.

KANAEV, I; BAJTÍN, M.M. El vitalismo contemporáneo. Traducción Tatiana Bubnova (1926) IN: BRAIT, B. (orgs) **Bakhtin e o círculo**, Editora Contexto, São Paulo, 2009.

KAWASAKI, C.S.; OLIVEIRA, L.B. Biodiversidade e educação: as concepções de biodiversidade dos formadores de professores de biologia. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências– **comunicação oral**, 2003. Disponível em: < <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL047.pdf> >. Acesso em 06/04/2016.

KESSELRING, T. O conceito de *Natureza* na história do pensamento ocidental. **Episteme**, n. 11, p. 153-172, jul./dez., 2000.

KLASSA, B.; SANTOS, C.M.D. 50 anos de Sistemática Filogenética: análise do livro *Filogenética, Primeiros Passos* e prospecções para o ensino de evolução. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n.6, p. 22-34, 2017.

KLEPKA, V.; SOUZA, F. A relação entre a História da Ciência no ensino de Biologia e seu descompasso em relação à prática. **Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 7, n. 14, 2015.

KLEPKA; V. CORAZZA, M.J. Animáculo, Infusório, Protozoa, Primigenum, Protoctista, Primalia ou Protista? Contribuições históricas para o problema conceitual dos protozoários. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 15, p. 41-62, 2017.

KOHLER, R.E. Reflections on the History of Systematics. In: HAMILTON, A. **The evolution of Phylogenetic Systematics**. University of California Press, 2014, p. 17-46.

KOONIN, E. V. Carl Woese's vision of cellular evolution and the domains of life. **RNA Biol**, v.11, n.3, p. 197-204, 2014.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v.14, n.1, p. 85-93, 2000.

KUBIATKO, M.; PROKOP, P. Pupils' understanding of mammals: na investigation of the cognitive dimension of misconceptions. **Orbis Scholae**, v.3, n.2, p. 97-112, 2009.

LE GOFF, J. **História e memória**. Tradução: Bernardo Leitão [et al]. Campinas, SP, Editora da UNICAMP, 1990.

LEITE, C.M.P.; et al. Epistemologia e história da ciência em Ecologia: o passo inicial na formação do ecólogo. **RBPG**, Brasília, v.7, n. 14, p. 455-473, 2010.

LENTS, N. H.; CIFUENTES, O.E.; CARPI, A. Teaching the Process of Molecular Phylogeny and Systematics: A Multi-Part Inquiry-Based Exercise. **CBE Life Sci Educ**, v.1, n. 9, p. 513-523, 2010.

LESSMANN, C. **O ensino de evolução biológica: uma análise preliminar sobre a formação de professores, a compreensão dos alunos e os embates ideológicos**. Trabalho de Conclusão de Curso. 54 p. 2017. Universidade Federal de Santa Catarina, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2017.

LESTIENNE, R. Emergência, um novo paradigma indispensável para as ciências e a filosofia? **Ciência e Cultura**, v.65, n.4, p. 20-21, 2013.

LINNAEUS, C. **Systema Naturae**. Facsimile of the First Edition. With an introduction and a English translation of the "Observationes". Nieuwkoop & B. De Graaf, 1735.

LINNAEUS, C. **The elements of botany**: containing the History of Science: with accurate definitions of all the terms of art, exemplified in eleven copper-plates; The theory of vegetables; The scientific arrangement of plants, and names used in botany; rules concerning the general history, virtues, and uses of plants. Being a translation of the *Philosophia Botanica*, and other treatises of the celebrated Linnaeus. London, 1775.

LIPORINI, T. Q.; **O ensino de sistemática e taxonomia biológica no ensino médio da rede estadual no município de São Carlos**. Dissertação. 186 f. 2016. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2016.

LOPES, M. M. Culturas das ciências naturais. **Ciência & Educação**, v. 11, n.3, p. 457-470, 2005.

LOPES, W.R. **Ensino de filogenia animal**: percepções de estudantes e professores e análise de propostas metodológicas. Dissertação. 140 f. 2008. Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

LOPES, W.R.; FERREIRA, M.J.M.; STEVAUX, M.N. Proposta pedagógica para o ensino médio: filogenia de animais. *Revista Polyphonia*, v. 18, n. 2, p. 263- 286, 2008.

LOPES, W.R.; VASCONCELOS, S.D. Representações e distorções conceituais do conteúdo “filogenia” em livros didáticos de biologia do ensino médio. *Revista Ensaio*, v. 14, n.3, p. 149-165, 2012.

LORENZ, K. M. A zoologia filosófica no Brasil: explorando as modernas correntes do pensamento científico no Collégio de Pedro II em meados do século XIX. **História da Educação**, ASPHE/FaE/UFPel, Pelotas, n. 21, p. 133-158, 2007.

LOUREIRO, J.D.R. P. G. **Comentário Político-Filosófico ao Político de Platão**. Lado A: o poder entre a razão e a violência. Introdução, Parte I (Diérese) e Parte II (O Mito). 2011. 141 f. Dissertação de Mestrado em Estudos Clássicos. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Portugal, 2011.

MARGULIS, L. The inheritance of acquired microbes. **Current Contents**, v.36, n.16, 1993.

MARGULIS, L. Serial endosymbiotic theory (SET) and composite individuality. Transition from bacterial to eukaryotic genomes. **Microbiology Today**, v. 31, p. 172-174, 2004.

MARGULIS, L.; CHAPMAN, M.J. **Kingdoms & Domains**: an illustrated guide to the phyla of life on Earth. Elsevier, 1997.

MARGULIS, L.; CHAPMAN, M.J. **Kingdoms & Domains**: an illustrated guide to the phyla of life on Earth. Digital Printing: Elsevier, 2015.

MARTINS, L.A.P.; BAPTISTA, A. M.H. Lamarck, evolução orgânica e tempo: algumas considerações. **Filosofia e História da Biologia**, v.2, p. 279-296, 2007.

MARTINS, R.A. A doutrina das causas finais na Antiguidade. 1. A teleologia na natureza, dos pré-socráticos a Platão. **Filosofia e História da Biologia**, v. 8, n.1, p. 107-132, 2013a.

MARTINS, R.A. A doutrina das causas finais na Antiguidade. 2. A teleologia na natureza, segundo Aristóteles. **Filosofia e História da Biologia**, v. 8, n.2, p. 167-209, 2013b.

MARTINS, R.A. **Aristóteles e o estudo dos seres vivos**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.

MARTINS, R.A.; MARTINS, L.A.P. Uma leitura biológica do ‘De Anima’ de Aristóteles. **Revista Filosofia e História da Biologia**, v.2, p. 405-426, 2007.

MATO GROSSO. **Horário e programa de ensino de 1º e 2º graus para as Escolas Isoladas do Estado**. APMT- Livro 213, p. 155- 173. Cuiabá, 22 de julho de 1916.

MATTHEWS, M.R. **Science Teaching**: the role of history and philosophy of science. New York: Routledge, 1994.

MAYR, E. Cladistic analysis or cladistic classification? **Zool. Syst. Evol.-forsch**, v. 12, p. 94-128, 1974.

MAYR, E. All about systematics. 1988. **This week's citation classic**, n. 9, fev. 1989. Disponível em: < <http://garfield.library.upenn.edu/classics1989/A1989T223600001.pdf> >. Acesso em 10/02/2017.

MAYR, E. **Desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Tradução de Ivo Martinazzo. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília (UnB), 1998.

MAYR, E. History. **Society for the study of Evolution**. Promotion on the study of organic evolution. (on line). Disponível em: < <http://www.evolutionociety.org/content/history.html> >. Acesso em 06/10/2016.

MAYR, E. Preface. In: CAIN, J. **Exploring the borderlands**. Documents of the Committee on Common Problems of Genetics, Paleontology, and Systematics 1943-1944. American Philosophical Society: Philadelphia, 2004.

MAYR, Ernst. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MAYR, E. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MEIR, E.; et al. College Students' Misconceptions About Evolutionary Trees. **The American Biology Teacher**, v.69, n.7 (online) p.71-76, 2007.

MIANI, C. S. ; BRANDO, F. R. ; CALDEIRA, A. M. A. . Tomada de decisões: como futuros professores de Biologia se posicionam em relação à conservação da biodiversidade?. In: **Congresso Iberoamericano de Ciência, Tecnologia, Innovación y Educación**, 2014, Buenos Aires. Memórias del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, 2014.

MINAYO, M.C.S. (org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MINAYO, M.C.S. et al (orgs). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21ª ed. Petrópolis: Ed. Vozes 2002.

MORAES; R.; GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva**. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

MOREIRA, M. A. Ensino de Ciências e de Matemática: resenhas e reflexões. **Revista Brasileira Estudos pedagógicos**, v. 93, n. 234, [número especial], p. 486-501, 2012.

MORRISON, D. **Charles Darwin's unpublished tree sketches**, part 2. Jun.2012. Disponível em < http://phylonetworks.blogspot.com.br/2012_06_01_archive.html >. Acesso em 31/01/2017.

MÜLLER-WILLE, S. Linnaeus' herbarium cabinet: a piece of furniture and its function. **Endeavour**, v. 20, n. 2, p. 60-64, 2006.

MÜLLER-WILLE, S. Collection and collation: theory and practice of Linnaean botany. **Stud. Hist. Phil. Biol. & Biomed. Sci.**, v. 38, p. 541-562, 2007.

MÜLLER-WILLE, S. Making sense of essentialism. **Critical Quarterly**, v. 53, n.4, p. 61-77, 2011.

MÜLLER-WILLE, S. Systems and how Linnaeus looked at them in retrospect. **Annals of Science**, v. 70, n. 3, p. 305-317, 2013.

MÜLLER-WILLE, S.; CHARMANTIER, I. Natural history and information overload: the case of Linnaeus. **Stud. Hist. Phil. Biol. & Biomed. Sci.**, v. 43, p. 4-15, 2012.

MÜLLER-WILLE, S.; REEDS, K. A translation of Carl Linnaeus's introduction to *Genera plantarum* (1737). **Stud. Hist. Phil. Biol. & Biomed. Sci.**, v. 38, p. 563-572, 2007.

MÜLLER-WILLE, S.; SCHARF, S. Indexing Nature: Carl Linnaeus (1707-1778) and his fact-gathering strategies. **Working Papers on the Nature of evidence: how well do 'facts' travel?** n. 36/08, p. 2-39, 2009.

NATURAL PUBLISHING GROUP. Association for the study of Systematics in relation to general biology. **Nature**, v. 140, p. 163-164 July, 1937a.

NATURAL PUBLISHING GROUP. Systematics in relation to general biology. **Nature**, v. 140, n. 3536, p. 211-212, August 1937b.

NICKELS, M. K.; NELSON, C. E. Beware of Nuts & Bolts: Putting Evolution into the Teaching of Biological Classification. **The American Biology Teacher**. v. 67, n. 5, may 2005.

NIXON, K.C.; CARPENTER, J. M.; STEVENSON, D. W. The phylocode is fatally flawed, and the "Linnaean" System can easily be fixed. **The Botanical Review**, v. 69, n. 1, p. 111-120, 2003.

NOGUEIRA, C. A análise do discurso. In: ALMEIDA, L. S.; FERNANDES, E. M. **Métodos e técnicas de avaliação: contributos para a prática e investigação psicológicas**. Braga: Centro de Estudos da Criança da Universidade do Minho, 2001.

O'HARA, R.J. Population thinking and tree thinking in systematics. **Zoologica Scripta**, v. 26, n.4, p. 323-329, 1997.

OJALA, P. J.; LEISOLA, M. Haeckel: legacy of fraud popularize evolution. **Journal of Creation**, v. 21, n.3, p. 102-110, 2007.

OLIVEIRA, A.C.S.; SILVA, H.P. Abordagem da sistemática filogenética no ensino médio. **Revista Acadêmica Saúde & Ambiente**, v. 5, n.1, p. 20, 2010.

OLIVEIRA, D.B.; et al. O ensino de Zoologia numa perspectiva evolutiva: análise de uma ação educativa desenvolvida com uma turma do Ensino Fundamental. In: **Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação de Ciências** (ENPEC), Campinas, 2011.

OLSON, E.C. **George Gaylord Simpson: a biographical memoir**. National Academy of Science, 1991.

ONLINE ETYMOLOGY DICTIONARY. Search: **essence**. Disponível em: < http://www.etymonline.com/index.php?term=essence&allowed_in_frame=0 >. Acesso em 01/04/2017.

- OPDYKE, M. R. The power of cladistics. **Green Teacher**, v. 5, n. 95, p. 31-35, 2013.
- OSPOVAT, D. **The Development of Darwin's Theory: Natural History, Natural Theology, and Natural selection, 1838-1859.** Cambridge university Press, 1995.
- PABÓN-MORA, N.; GONZÁLEZ, F. A classificação biológica: de espécies a genes. In: ABRANTES, P.C. (orgs). **Filosofia da Biologia.** Porto Alegre: Artmed, 2011.
- PAPAVERO, N. Fundamentos práticos de taxonomia zoológica: coleções, bibliografia, nomenclatura. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1994.
- PAPAVERO, N.; LLORENTE-BOUSQUETS, J.; ORGANISTA, D.E.; MASCARENHAS, R. **História da Biologia Comparada.** Desde o Gênesis até o fim do Império Romano do Ocidente. 2ª ed. Ribeirão Preto: Holos, 2000.
- PAPAVERO, N.; TEIXEIRA, D.M.; PRADO, L. R. **História da Biogeografia: do Gênesis à primeira metade do século XIX.** Rio de Janeiro: Technical Books, 2013.
- PARANÁ, Conselho Superior de Ensino Primário do Estado. **Programas de ensino e sua execução nos institutos públicos do curso primário.** Curitiba, 1916. Disponível em: < https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/123959/1916_Programa%20de%20ensino%20e%20sua%20exec%20no%20curso%20primario_paran%C3%A1.pdf?sequence=1&isAllowed=y > . Acesso em 06/09/2017.
- PEARL, R. Trends of modern Biology. **Science**, v. 56, n. 1456, p. 581-592, 1922.
- PELLEGRINI, P. Logical difference and biological difference: the unity of Aristotle's thought. In: GOTTHELF, A.; LENNOX, J.G. (orgs). **Philosophical issues in Aristotle's Biology.** Cambridge: Cambridge University Press, p. 313-338, 1987.
- PLATÃO. **Diálogos** (O banquete, Fédon, Sofista, Político). Traduções de José Cavalcante de Souza, Jorge Paleikat e João Cruz Costa. 5ª ed. São Paulo: Nova Cultural, 1991.
- PRESTES, M.E.B.; OLIVEIRA, P.; JENSEN, G.M. As origens da classificação de plantas de Carl Von Linné no ensino de Biologia. **Revista Filosofia e História da Biologia**, v.4, 2009.
- QUEIROZ, K.; GAUTHIER, J. Toward a phylogenetic system of biological nomenclature. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 9, n. 1, p. 27-31, 1994.
- QUEIROZ, K. The phylocode and the distinction between taxonomy and nomenclature. **Syst. Biol.**, v. 55, n. 1, p. 160-162, 2006.
- RAW, A. Sistemática biológica no currículo universitário. **Ciência Hoje**, v. 32, n. 190, p. 59-61, jan/fev, 2003.
- READ, J. G. **An exploration of the three major schools of taxonomy using science fiction examples.** Thesis. 153 f. 2009. Kent State University, 2009.
- REID, G.M. Carolus Linnaeus (1707-1778): his life, philosophy and science and its relationship to modern biology and medicine. **Taxon**, v. 58, n.1, p. 18-31, 2009.
- ROBERTSON, A. Cytology and classification. **New Phytologist**, v.4, n.5-6, p. 134-139, 1905.

ROBINSON, T. M. As características definidoras do dualismo alma-corpo nos escritos de Platão. **Letras Clássicas**, n. 2, p. 335-356, 1998.

ROCHA, A.L.F.; DUSO, L.; MAESTRELLI, S.R.P. Contribuições da filogenética para um ensino crítico da Zoologia. Atas do **IX Encontro nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** –ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

RODARTE, M.F. **Caracterização do perfil dos professores e do ensino de sistemática filogenética em algumas escolas de São Paulo, SP e região**. Trabalho de Conclusão de Curso. 75 f. 2015. Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Ciências e Tecnologia de São Paulo – Campus São Roque, 2015.

RODARTE, M.F.; SANTOS, F.S. Algumas potencialidades de um curso de formação continuada com o tema ensino de sistemática filogenética para professores ciências e biologia. Anais. **6º Seminário interno do programa de Pós-Graduação multiunidades em ensino de ciências e matemática** – PECIM, Unicamp. 29 a 30 set. p. 73-83, 2016.

ROMA, V. N.; MOTOKANE, M. T. Classificação Biológica nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências**, Florianópolis – SC. Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007.

ROSÁRIO, M. F. 120 anos do nascimento do cientista R. A. Fisher (1890-2010). **Rev. Bras. Biom.**, v. 27, n.4, p. 659-672, 2009.

ROSEN, D. E. Cladism or Gradism?: A reply to Ernst Mayr. **Systematic Zoology**, v. 23, n.3, p. 446-451, 1974.

RUGGIERO, M. A. et al. A higher level classification of all living organisms. **Plos one**. April 29, p. 1-60, 2015.

SAITO, F. Revelando processos naturais por meio de instrumentos e outros aparatos científicos. Minicurso e Resumo. **IV Jornada de História da Ciência e Ensino: propostas, tendências e construção de interfaces**, 4-6 julho, PUC-SP, v. 7, 2013.

SAITO, F. Revelando processos naturais por meio de instrumentos e outros aparatos científicos. Em: BELTRAN, Maria Helena Roxo; SAITO, F.; TRINDADE, L.S.P. (orgs). **História da Ciência: tópicos atuais**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 95-115, 2014.

SANDVIK, H. Tree thinking cannot taken for granted: challenges for teaching phylogenetics. **Theory Biosci.**, v. 127, p. 45-51, 2008.

SANTOS, C.I.R. **O trabalho laboratorial segundo a aprendizagem baseada na resolução de problemas: construção de árvores filogenéticas e estudo da formação e evolução dos magmas**. Dissertação. 60 f. 2014. Faculdade de Ciências. Universidade do Porto, Lisboa, 2014.

SANTOS, C.M.D. Os dinossauros de Hennig: sobre a importância do monofiletismo para a sistemática biológica. **Scientiae Studia**, v. 6, n.2, p. 179-200, 2008.

SANTOS; R.L.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; CHRISTOFFERSEN, M.L. Emprego de diagramas filogenéticos refletindo eventos macroevolutivos em livros didáticos de

Biologia para o Ensino Médio no Brasil. V Congresso Iberoamericano de Educación em Ciências experimentales. III ENEBIO & IV EREBIO- Regional 5. **Revista da SBEnBio**, n. 3, p. 670-677, out., 2010.

SANTOS, C.M.D.; CALOR, A.R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética-I. **Ciência & Ensino**, v.1, n.2, p. 1-8, 2007.

SANTOS, C.M.D.; CALOR, A.R. Using the logical basis of phylogenetics as the framework for teaching biology. **Pap. Avulsos Zool.** (São Paulo) v.48, n.18, p. 199-211, 2008.

SANTOS, C.M.D; KLASSA, B. Despersonalizando o ensino de evolução: ênfase nos conceitos através da sistemática filogenética. **Educação: teoria e prática**, v. 22, n.40, p. 62-81, 2012.

SANTOS, C.M.D.; KLASSA, B. Sistemática filogenética hennigiana: revolução ou mudança no interior de um paradigma? **Scientiae Studia**, v. 10, n. 3, p. 593-612, 2012.

SANTOS, L. F.; LIMA, A. C.S. Dialogismo e produções responsivas ativas: analisando práticas discursivas em aulas de língua portuguesa. **Letras & Letras**, v. 29. n.2, 2013.

SÃO PAULO. **Decreto nº 2.005, de 13 de fevereiro de 1911**. Aprova e manda observar o programma de ensino para as escolas isoladas do Estado. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/122492/Programa%20para%20as%20escolas%20isoladas%20de%20S%C3%A3o%20Paulo%2c%201911.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 06/09/2017.

SÃO PAULO. **Decreto nº 2.225, de 16 de abril de 1912**. Manda observar a consolidação das leis, decretos e decisões sobre o ensino primário e as escolas normaes. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/99739/Decreto%20n.%202225%20de%2016%20de%20abril%20de%201912%20%E2%80%93%20Regulamentos%20da%20Escola%20Normal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 06/09/2017.

SCHMITT, M. Willi Hennig, the cautious revolutioniser. **Palaeodiversity** 3, Supplement, p. 3-9, 2010.

SCHMITT, M. Willi Hennig's part in the history of systematics. In: HAMILTON, A. **The evolution of Phylogenetic Systematics**. University of California Press, p. 46-62, 2014.

SERPA, J.D.M.; et al. O uso do cladograma e da sistemática filogenética como proposta didático-pedagógica para o ensino de zoologia no nível fundamental. Comunicação Oral. **III Encontro Regional de Ensino de Biologia** (EREBIO), 28 a 30 de abril, 2015.

SFORNI, M.S.F. Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade. Araraquara: JM Editora, 2004.

SILVA, S.P.; et al. O uso de atividades interativas associadas à cladogramas para uma melhor compreensão de sistemática. Anais. **V Encontro Regional de Ensino de Biologia do Nordeste**. (EREBIO). 20 a 23 de agosto, Natal-RN, 2013.

SIMPSON G.G. **Principles of Animal Taxonomy**. New York: Columbia University Press, 1961.

SIMPSON, G.G., ROE, A.; LEWONTIN, R.C., **Quantitative Zoology**: Numerical concepts and methods in the study of recent and fossil animals. New York: Dover Publications, 2003.

SMOCOVITIS, V. B. Unifying Biology: the evolutionary synthesis and evolutionary Biology. **Journal of the History of Biology**, v. 25, n. 1, p. 1-65, 1992.

SOUZA, M.L.; et al. Currículo de Biologia: produção de material didático sobre o tema 'cladograma' no projeto Fundação Biologia- UFRJ. **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 5371-5379, out 2014.

SOUZA, R.F. A configuração das escolas isoladas no estado de São Paulo (1846-1904). **Rev. bras. hist. educ.**, Maringá-PR, v. 16, n. 2 (41), p. 341-377, abril/junho 2016.

STAFLEU F.A. **Linnaeus and the Linnaeans**. Utrecht: International Association for Plant Taxonomy, 1971.

STAFLEU, F. A. Lamarck: the birth of Biology. **Taxon**, v. 20, n.4, p. 397-442, 1971.

STOEVER, D.H. **The life of Sir Charles Linnaeus**, knight of the Swedish order of the polar star, etc. London, 1794.

SUBRAHMANYAM, N.S. **Modern Plant Taxonomy**. New Delhi: Vikas Publishing House, 2009.

TAKEUCHI, M.R. **Livros escolares e ensino de ciências na instrução pública elementar brasileira do século XIX ao XX**. Tese. 227f. 2017. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017.

TAMIR, P.; GAL-CHOPPIN, R.; NUSSINOVITZ, R. How do intermediate and junior high School students conceptualize living and nonliving? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 18, n.3, p. 241-248, 1981.

TERRA, P.S. O triunfo da cladística: a análise do embate teórico ocorrido na sistemática biológica na segunda metade do século XX. **IV Seminário de História e Filosofia da Ciência**. Bahia: Universidade Estadual de Santa Cruz, 2010.

THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, **L0008**. Disponível em: <
<http://linnaeus.c18.net/Letter/L0008> >. Acesso em 05/09/2017.

THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, **L0027**. Disponível em: <
<http://linnaeus.c18.net/Letter/L0027> >. Acesso em 05/09/2017.

THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, **L0111**. Disponível em: <
<http://linnaeus.c18.net/Letter/L0111> >. Acesso em 05/09/2017.

THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, **L0166**. Disponível em: <
<http://linnaeus.c18.net/Letter/L0166> >. Acesso em 05/09/2017.

THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, **L0173**. Disponível em: <
<http://linnaeus.c18.net/Letter/L0173> > Acesso em 05/09/2017.

THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, **L0177**. Disponível em: <
<http://linnaeus.c18.net/Letter/L0177> >. Acesso em 05/09/2017.

THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, **L0191**. Disponível em: < <http://linnaeus.c18.net/Letter/L0191> > Acesso em 05/09/2017.

THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, **L0197**. Disponível em: < <http://linnaeus.c18.net/Letter/L0197> >. Acesso em 05/09/2017.

THE LINNAEAN CORRESPONDENCE, **L0228**. Disponível em: < <http://linnaeus.c18.net/Letter/L0228> >. Acesso em 05/09/2017.

THOMAS, K. **O homem e o mundo natural**. Mudanças de atitude em relação às plantas e aos animais (1500-1800). São Paulo: Companhia das Letras, 1988.

TIMSON, J. Portraits of the Pioneers: Sir Julian Huxley, FRS. **Evolution and Eugenics**. The Galton Institute: December, 1999. Disponível em: < <http://www.somosbacteriasyvirus.com/galton.pdf> >. Acesso em 06/10/2016.

TOSI, G. Aristóteles e a escravidão natural. **Boletim do CPA**, Campinas, nº 15, jan./jun., p. 71-100, 2003.

TOULMIN, S. **La Comprensión Humana**. Tradução de Nestor Miguez. Madrid: Alianza Editorial, 1977.

TRINDADE, C.H. **Sistemática filogenética como ferramenta didática para o ensino de botânica**. Trabalho de Conclusão de Curso. 32 f. 2016. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de São Paulo- Campus São Roque, 2016.

UCMP BERKELEY, University of California Museum of Paleontology. **Monocots versus Dicots**. The Two Classes of Flowering Plants. 2015. Disponível em: < <http://www.ucmp.berkeley.edu/glossary/gloss8/monocotdicot.html> >. Acesso em 05/02/2015.

URIBE, M.; et al. Aplicación del modelo de Stephen Toulmin a la evolución conceptual del sistema circulatorio: perspectivas didácticas. **Ciência & Educação**, v.16, n.1, p. 61-86, 2010.

VALENÇA, C.R.; FALCÃO, E.B.M. Teoria da evolução: representações de professores-pesquisadores de biologia e suas relações com o ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias**, v.11, n.2, p. 471-486, 2012.

VARMA, C.S. **Beyond set theory: the relationship between logic and taxonomy from the early 1930 to 1960**. 329 p. Thesis. Institute for the History and Philosophy of Science and Technology – University of Toronto, 2013.

VENVILLE, G. Young children learning about living things: a case study of conceptual change from ontological and social perspectives. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n.5, p. 449-480, 2004.

VIGOTSKY, L. S. A construção do pensamento e da Linguagem. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

WEISS, M.C. et al. The physiology and habitat of the last universal common ancestor. **Nat Microbio.**, v. 1, n. 9, 2016.

WHITTAKER, R.H. New concepts of kingdoms of organisms. **Science**, v. 163, p. 150-160, Jan., 1969.

WILKINS, J.; EBACH, M. **The nature of classification:** relationships and kinds in the natural sciences. UK: Palgrave Macmillan, 2014.

WILSON, E. B. Aims and methods of study in natural history. **Science**, new series, v. 13, n. 314, p. 14-23, 1901.

WINSOR, M.P. Non-essentialist methods in pre-darwinian taxonomy. **Biology and Philosophy**, v. 18, p. 387-400, 2003.

WINSOR, M. P. The creation of the essentialism story: an exercise in metahistory. **History and Philosophy of the life sciences**, v. 28, n. 2, p. 149-174, 2006a.

WINSOR, M. P. Linnaeus's biology was not essentialist. **Ann. Missouri Bot. Garden**, v. 93, p. 2-7, may, 2006b.

WINSOR, M. P. Taxonomy was the foundation of Darwin's evolution. **Taxon**, v. 58, n.1, p. 43-49, 2009.

WITTEVEEN, J. Suppressing synonymy with a homonym: the emergence of the nomenclatural type concept in nineteenth century natural history. **Journal of the History of Biology**, v. 49, p. 135-189, 2016.

WOESE, C. R.; FOX, G.E. Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: the primary kingdoms. **Proc. Nati. Acad. Sci. USA**, v. 74, n.11, p. 5088-5090, 1977.

APÊNDICES

APÊNDICE 1
FOLDER I - PROPOSTA CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA

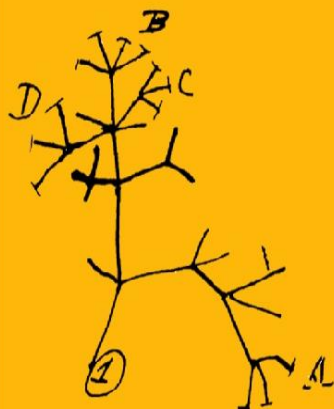
Curso de Extensão:

CURSO
GRATUITO

Certificação 32 horas

**A CLASSIFICAÇÃO DOS SERES
VIVOS NA HISTÓRIA E NA ESCOLA**

Este curso busca ser uma formação continuada acessível, objetiva e rápida para professores da área de Ciências e Biologia sobre tópicos essenciais envolvidos na classificação dos seres vivos que visa contribuir com a prática pedagógica docente. Desse modo, o curso versará sobre um dos temas mais importantes da Biologia dando base a todos os outros conhecimentos biológicos. Venha conhecer um pouco mais sobre evolução, os métodos de classificação dos seres vivos e desmistificar esses assuntos que parecem tão complexos de serem trabalhados com os alunos.



MÓDULOS	DATAS
• Classificação Biológica: a História da Ciência não contada nos livros.	06/04
• Introdução ao método Sistemático Filogenético: como ensinar a classificar evolutivamente.	13/04
• A árvore da vida. Como chegamos até aqui?	20/04
• Evolução: como funciona?	27/04
• Aves e répteis, o que eles tem em comum? Estudo dos agrupamentos em clados.	04/05
• Utilizando a árvore para entender a História da vida na Terra: Interpretação, análise e construção de cladogramas.	11/05
• Ensino-aprendizagem da classificação biológica.	18/05
• Encerramento do curso.	25/05

**AULA INAUGURAL:
SRE - UBERABA**

HORÁRIO: DAS 13 ÀS 17 HS

Número de vagas: 20

Inscrições pelo link:

<https://goo.gl/forms/OmUSuaFmzuYl7Wjw1>



Realização



Apoio

APÊNDICE 2
FOLDER II - PROPOSTA CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA

Projeto de Extensão da UFTM oferece:

Curso de Formação Continuada para
professores de Ciências e Biologia

A classificação dos seres vivos
na história e na escola

Você conhece o reino Chromista? Já ouviu falar que mitocôndrias e cloroplastos tem origem ancestral procarionte? Como explicaria a seus alunos o parentesco entre aves e répteis? Ficou curioso(a)? Então venha participar conosco deste curso. Falaremos de importantes tópicos envolvidos na classificação dos seres vivos visando contribuir com sua prática docente. Venha conhecer um pouco mais sobre a História da Biologia e aprender estratégias de ensino da classificação numa perspectiva filogenética.



INSCRIÇÕES e INFORMAÇÕES no link:
<https://goo.gl/forms/OmUSuaFmzuYl7Wjw1>



APÊNDICE 3 TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada *EPISTEMOLOGIA DA BIOLOGIA: SOBRE A RELAÇÃO SUJEITO E OBJETO NA CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS*, desenvolvida pela pós-graduanda Verônica Klepka, que faz parte do curso de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática e é orientada pela professora Dr.^a Maria Julia Corazza da Universidade Estadual de Maringá-Paraná. O objetivo da pesquisa é compreender como as mudanças epistemológicas contidas na classificação dos seres vivos afetam a prática pedagógica de professores de ciências e biologia da educação básica. Para isso, a sua participação é muito importante, e ela se daria da seguinte forma: taxonomistas e professores do ensino superior: preenchimento de questionário estruturado escrito; professores de ciências e biologia da educação básica do Município de Uberaba-MG: participação, discussões e atividades durante curso de formação continuada por meio do qual seus discursos serão gravados em áudio e posteriormente transcritos. Esta pesquisa não prevê uso de imagens. Informamos que esta pesquisa implica riscos mínimos, podendo existir um grau de desconforto ou constrangimento por parte do pesquisado no momento de fornecer respostas verbais ou escritas solicitadas pelo pesquisador. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isso acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Os benefícios esperados desta pesquisa compreendem maior reflexão acerca da classificação dos seres vivos no âmbito da educação básica e superior, principalmente caracterizando possíveis melhorias na prática pedagógica deste conteúdo, mesmo que a longo prazo. Essas melhorias podem se concretizar em alterações curriculares e/ou em novas propostas metodológicas, entre outras. Informamos também que assim que os resultados puderem ser divulgados, o faremos como publicações em periódicos indexados. Caso você tenha mais dúvidas ou necessite maiores esclarecimentos, pode nos contatar nos endereços abaixo ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da UEM, cujo endereço consta deste documento. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida e assinada entregue a você. Além da assinatura nos campos específicos pelo pesquisador e por você, solicitamos que sejam rubricadas todas as folhas deste documento. Isso deve ser feito por ambos (pelo pesquisador e por você, como sujeito ou responsável pelo sujeito de pesquisa), de forma a garantir o acesso ao documento completo. Eu,..... (nome por extenso do sujeito de pesquisa) declaro que fui devidamente esclarecido e concordo em participar **VOLUNTARIAMENTE** da pesquisa coordenada pela Prof.^a Dr.^a Maria Julia Corazza (pesquisador responsável).

Data:.....

Assinatura ou impressão datiloscópica Eu, Pós-Graduanda Verônica Klepka, declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto de pesquisa supranominado.

Data:.....

Assinatura do pesquisador Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme os endereços abaixo: Pós-Graduanda: Verônica Klepka Endereço: Rua Guaçuí, 397, N. Tancredo Neves, CEP: 38067-450 Uberaba – MG (telefone/e-mail): (34) 3336-2882, (34) 99168-7789, veronicaklepka@gmail.com.br Pesquisador responsável (Orientadora): Prof.^a Dra. Maria Julia Corazza Endereço: Av. Colombo, 5790 - bloco F67 - sala 007 Maringá- Paraná CEP 87020-900 e-mail mjcorazza@gmail.com . Qualquer dúvida com relação aos aspectos éticos da pesquisa poderá ser esclarecida com o Comitê Permanente de Ética em Pesquisa (COPEP) envolvendo Seres Humanos da UEM, no endereço abaixo: COPEP/UEM Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790. Campus Sede da UEM. Bloco da Biblioteca Central (BCE) da UEM. CEP 87020-900. Maringá-Pr. Tel.: (44) 3261-4444 E-mail: copep@uem.br

APÊNDICE 4

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA³³

Eixo I - Diferentes sistemas classificatórios já foram propostos para organizar os seres vivos, como as categorias de Linné no século XVII, os cinco reinos de Margulis, os seis reinos de Cavalier Smith e a Sistemática Filogenética de Hennig no século XX, entre tantos outros.

- 1- Qual classificação dos seres vivos você considera mais adequada e por quê?
- 2- O que explica a existência de diferentes propostas classificatórias?
- 3- Como você tem discutido (ou discutiria) as diferentes classificações com seus alunos do ensino superior?
- 4- Há diferenças no ensino de sistemas de classificação entre estudantes da educação básica, biólogos em formação e especialistas em taxonomia e sistemática? Justifique.
- 5- Há algum sistema classificatório mais pertinente para ser trabalhado na Educação Básica, disciplinas de Ciências e de Biologia? Qual seria? Justifique.
- 6- Como a formação inicial de professores de Biologia deve abordar os sistemas classificatórios para os seres vivos? Qual a finalidade deste conteúdo nessa etapa formativa?

Eixo II - Muitos pesquisadores discutem que a Biologia teria sofrido no século XX uma ruptura no modo de proceder com a classificação dos seres vivos. A ruptura envolveria a classificação em categorias de Linné e a Sistemática Filogenética (Cladística) de Hennig. Esta última substituindo o método de classificação lineano.

- 1- Para você, existe uma ruptura? Justifique.
- 2- Se a biologia só faz sentido à luz da evolução e, o sistema classificatório de Lineu, mesmo com as mudanças sofridas, não reflete parentescos evolutivos, como você explicaria o uso predominante dessas categorias hierárquicas no Ensino de Ciências?

Sua Formação: () Graduação () Especialização () Mestrado () Doutorado

Sua Atuação:

- () Professor(a)/Pesquisador (a) Magistério Superior
 () Pós graduando pesquisador
 () Outro

Área de Atuação (exemplo: Taxonomista de...): _____.

Localidade (Estado): _____.

³³ Formulário autoaplicado disponível no link: <https://goo.gl/forms/15s7QKB34mKpcnJw1>

APÊNDICE 5 TEXTO: “HISTÓRIA DA CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA”

História da Classificação Biológica

Verônica Klepka

Volume 1, edição 1
06 de abril de 2017

Classificação, taxonomia ou sistemática?

A classificação dos seres vivos é um dos conteúdos mais importantes nas ciências biológicas. Ela mobiliza diversos outros conhecimentos seja para descrever um determinado organismo ou mesmo para compreender suas relações ecológicas e evolutivas.



Fonte: Google Imagens

lei ou ciência. Portanto, a taxonomia é a ciência da classificação. Assim, a classificação é uma técnica de ação frente a seres vivos e a taxonomia é o método pelo qual essa ação é feita.

A taxonomia teria surgido no século XVII, com o início da Revolução Científica e a necessidade de desenvolver métodos mais científicos, o que teria sido alcançado por Lineu no século seguinte. Atualmente, a taxonomia é considerada o campo da ciência responsável pela descrição, identificação, nomenclatura e classificação dos seres vivos.

Por fim, a sistemática é um conceito mais recente (embora tenha sido usado por Lineu no século XVIII) e pressupõe o estudo holístico do relacionamento entre os seres vivos.

Muitas vezes a classificação é também chamada de taxonomia ou sistemática. Mas, trata-se da mesma coisa?

A palavra classificação vem da ação de agrupar em classes que compõem-se de categorias abstratas e pautadas em um aspecto de interesse, podendo ser variado dependendo de quem classifica. Por exemplo, podemos classificar todos os animais que botam ovos em uma classe chamada de ovíparos, mas entre eles estarão indivíduos que poderiam ser agrupados de modo

distinto entre si, como tartarugas e jacarés na categoria de répteis e galinhas e avestruzes na categoria de aves, por exemplo. Veja que, dependendo do interesse do classificador, um tipo distinto de classificação será efetuado.

Na Biologia, a classificação é um modo de agrupar entidades reais com algum tipo de semelhança entre si. Desde Aristóteles a classificação pautou-se principalmente em características observáveis e, conseqüentemente,

agrupamentos que refletiam essa similaridade como o fato de possuir ou não sangue. Contudo, em Aristóteles, a classe criada ou a *classificação* era baseada em uma lógica pautada na escolha de características fundamentais decorrentes das causas e da matéria constituinte das coisas. Essa lógica não permaneceu a mesma ao longo do tempo.

Taxonomia, por sua vez, é uma palavra que vem do grego *taxis* e que significa arranjo ou ordem, e *nomos* que refere-se à um método,

A classificação da Grécia antiga à Lineu

Na literatura, acredita-se que a História da Classificação Biológica se inicie com os gregos Platão (~426-348 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.).

Platão costumava dicotomizar as características pertencentes aos seres, como: possui pelos ou não possui pelos. Os seres vivos eram também identificados pelos locais em que habitavam, de modo que existiam os celestes, os aéreos, os aquáticos e os terrestres.

Os animais, segundo Platão, originaram-se dos quatro elementos da natureza. As aves a partir do ar, seres aquáticos do elemento água e seres terrestres do elemento terra. O fogo era o elemento constituinte dos deuses criadores que deram origem ao homem, suas cópias imperfeitas. Cada homem era diferente e seria resultado dos diferentes estilos de vida que tiveram, por exemplo, homens inocentes e de mentes áreas possuíam a natureza das aves.

Mas Platão não estaria interessado na diversidade biológica e nem na classificação dela. Sua metodologia tinha como objetivo classificar os papéis na sociedade de Atenas e ressaltar na natureza do homem sua vocação para a política.

Aristóteles, entretanto, escreveu muitas obras sobre a

natureza dos seres vivos e suas propriedades constituintes. Era criterioso e baseava-se na descrição, análise e comparação entre os mais diferentes seres vivos. Aristóteles queria compreender os fenômenos naturais, entender porque as coisas são como são e sua finalidade no mundo.

Os bicos das aves, como suas pernas, variam com seus modos de vida. Pois em algumas o bico é reto, em outras é curvo. É reto naquelas que o usam apenas para comer; curvo, naquelas que vivem de carne crua. Pois um bico curvo é uma vantagem na luta; e essas aves devem, é claro, obter seu alimento dos corpos de outros animais, e geralmente de modo violento. Nas aves que vivem nos charcos e que são herbívoras, o bico é largo e achatado, sendo esta a forma mais adequada para escavar, coletar e puxar as plantas. Em algumas dessas aves dos pântanos, no entanto, o bico é alongado, e também seu pescoço, porque a ave coleta seu alimento abaixo da superfície da água (ARISTOTELES, De Partibus Animalium, livro 4, cap.12, 692^b 22-693^a 24 apud MARTINS, 2015, p. 80).

Um dos princípios para classificar seres vivos usados por Aristóteles é a presença de sangue vermelho e o tipo de reprodução. Animais com sangue foram subdivididos em vivíparos e ovíparos. Já os animais sem sangue foram divididos conforme

as propriedades físicas de seu corpo, aqueles de corpo mole (moluscos), segmentados (insetos), e os de carapaça como ostras e caramujos.

As plantas eram consideradas seres simples e distintas do aspecto vital que distinguia os animais. Assim, Aristoteles criou uma hierarquia para demonstrar a ordem de perfeição das coisas no universo. Na base da hierarquia estariam as coisas sem vida e que não possuíam alma, depois viriam as plantas devido ao fato de nutrirem-se e crescerem, propriedade básica de todos os

“Aristóteles queria compreender os fenômenos naturais, entender porque as coisas são como são e sua finalidade no mundo”.



Fonte: Google Imagens

demais seres vivos. Na seqüência viriam os animais cuja alma é sensível, ou seja, reagem a estímulos sensoriais. Posteriormente, foram distribuídos aqueles animais cuja alma é desiderativa, possuindo vontades e desejos. Estes foram seguidos dos animais de alma locomotora ou aqueles que podem se movimentar e, por fim, o ser humano, o mais perfeito na escala uma vez que, além de todas as outras almas, é o único a possuir a alma racional.

Contudo, Aristóteles não teria criado um método para a biologia, mas uma lógica hierárquica de enquadramento de características em categorias para rastrear as causas e a material que constitui o ser. “Para Aristóteles, o corpo é a causa material de um ser vivo, e a alma é sua causa formal” (MARTINS; MARTINS, 2007, p. 412). Desse modo o corpo já existia antes e continuará existindo mesmo após sua transformação. Como o bronze de uma estátua que já era bronze antes de ser moldada e continuará sendo. A causa formal é a vida, e enquanto não tiver alma nenhum ser vivo é de fato vivo.

Alguns aspectos da classificação de Aristóteles permearam as décadas posteriores. Teofrasto (372-287 a.C.), seu discípulo, deu continuidade ao trabalho aplicando as regras de divisão de classes às plantas. Assim, caracterizou dois grandes agrupamentos vivos: o dos

Figura 2—Monstros na era medieval.



Fonte: Google Imagens

animais e o das plantas. Mas foram as plantas seu maior objeto de estudo, classificando-as de acordo com seu habitat e porte estabelecendo as ervas, os arbustos e as árvores.

A classificação continuou sendo importante para organizar o mundo, principalmente as plantas coletadas, catalogadas e descritas devido sua importância médica. Os animais, por outro lado, chamavam atenção quando eram estranhos ou desconhecidos, sendo considerados monstros (Fig. 2).

Nos séculos XV e XVI, os estudos sobre animais e plantas se intensificaram devido ao interesse no estudo direto da natureza, o acréscimo de espécies coletadas durante as grandes navegações ao redor do mundo, o aparecimento da imprensa e a Revolução Científica.

Entre os séculos XVI e XVIII, os

métodos de observação, descrição e contemplação da natureza defendidos por Aristóteles perderam força em virtude da Revolução Científica que requisitou à ciência fazer uso de instrumentos e experimentações. Lentes de vidro foram melhoradas passando a fazer parte de equipamentos como lupas e microscópicos atuando como olhos do próprio pesquisador. Esse instrumento possibilitou compreender fenômenos até então desconhecidos, como a sexualidade das plantas, iniciando uma outra fase de pesquisas sobre os seres vivos. O fascínio pela anatomia de animais e plantas, assim como pela vida de

“[...] Revolução Científica que requisitou à ciência fazer uso de instrumentos e experimentações [...]”.

invertebrados e o mundo dos insetos ocasionou um rápido e grande período de descobertas microscópicas e, com isso, a necessidade de padronizar a nomenclatura e o modo de classificação dos seres vivos.

Muitas tentativas de classificar os organismos foram observadas. Os pesquisadores ora escolhiam uma característica como sendo de maior relevância, ora outra. Um dos antecessores e influenciadores de Lineu, chamado John Ray (1627-1705), chegou a considerar, por

exemplo, o número de cotilédones existentes nas sementes como o principal critério taxonômico. Mas após as descobertas microscópicas, essas tentativas repercutiam principalmente em torno dos órgãos de reprodução das plantas que refletiria um modo natural de classificação.

No que diz respeito à classificação dos animais, mesmo com o advento do microscópio, não houve grandes avanços. Isso porque as técnicas de preservação de tecidos só foram desenvolvidas no final do século XVIII. O álcool, um dos materiais bastante usados para repelir pragas, prejudicava a preservação de espécimes cuja cor era importante para o estudo, como no caso das aves. Além disso, as formas de sobrevivência e comportamentos observados nos espécimes animais vivos da natureza eram mais interessantes que classificá-los, de modo que a taxonomia das plantas avançou muito em relação a animal.

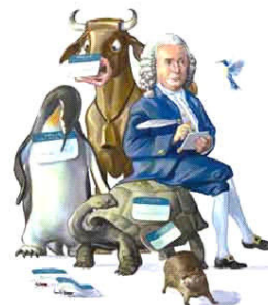
A busca incessante por formas pelas quais a classificação pudesse encontrar leis e padrões no mundo orgânico fez com que os pesquisadores iluministas dos séculos XVII a XIX descobrissem leis diferentes das esperadas, como as da hereditariedade, da ancestralidade e que se tornaram de grande importância para classificações futuras.

Carl von Linné (1707-1778), Lineu, influenciado pela mecânica e métodos científicos de

catalogação de palavras e coisas, reconheceu em trabalhos anteriores a importância da reprodução das plantas tendo as flores como objeto central. Assim, desenvolveu um método de classificar as plantas de acordo com a posição de estames e pistilos contidos na flor, entre outros critérios. Também buscou por uma forma de nomeação que reunisse os distintos nomes atribuídos a plantas, animais e minerais ao longo dos anos. Visava, portanto, uma padronização, mas foi além, reunindo um trabalho extenso de descrição, nomeação e identificação das espécies.

Imagine diferentes lugares no mundo denominando uma determinada planta cada qual a seu modo?! O tomate, por exemplo. No México era conhecido pela sua forma e era usado na decoração por acreditar ser venenoso. Na Itália do século XVI era conhecido como maçã de ouro e na Inglaterra como maçã do amor por se considerar possuir propriedades afrodisíacas. Na tentativa de uma padronização botânica, os herbalistas denominaram a planta em latim, cuja tradução seria: *herbácea da família das solanáceas com caule liso, que tem folhas pinadas incisadas e uma cacho simples*. Note-se que muitos foram os nomes.

Lineu procurou simplificar esta longa descrição reconhecendo a planta como *Solanum esculentum*, tendo o termo *solanum*



Fonte: Google Imagens

“Lineu, influenciado pela mecânica e métodos científicos de catalogação de palavras e das coisas, reconheceu em trabalhos anteriores a importância da reprodução das plantas tendo as flores como objeto central.”

proveniente do latim para solanáceas, e *esculentum* significando comestível. Embora o nome científico do tomate tenha mudado bastante antes e mesmo após Lineu, passando a se chamar *Lycopersicon esculentum* é fácil perceber porque, para Lineu, era necessário um sistema classificatório e de nomenclatura que eliminasse as complexas descrições latinas.

Infelizmente, Lineu foi mal interpretado sendo acusado de ter criado sua classificação seguindo os princípios da lógica aristotélica. Somente nos últimos 15 anos historiadores e filósofos da Biologia estão retomando sua vida e obras originais para estudo demonstrando que Lineu não era essencialista, ou seja, não buscava a essência das espécies.

3 Reinos

Em 1859, Charles Darwin (1809-1882) publicou o livro *A origem das espécies*, resultado de décadas de trabalho dedicadas a pesquisa taxonômica pautada no sistema de Lineu. Ao explicar a ordenação das espécies na Terra, Darwin adicionou explicações de quais mecanismos teriam atuado na diversificação das espécies causando a variedade delas ao longo do tempo. Ambas as noções eram inexistentes no sistema lineano. Este trabalho provocou nos cientistas e naturalistas da época a reflexão de que não se podia mais apenas levantar novas espécies e descrevê-las, como tinha feito até então a taxonomia. Um estudo cuidadoso acerca da diversidade de espécies existentes e o relacionamento existente entre elas se fazia necessário, o que desencadeou, paralelamente ao surgimento de disciplinas como a genética, a ecologia e a biologia comparada, o surgimento de uma nova área chamada de *Sistemática*.

Uma das primeiras propostas classificatórias posteriores à Teoria da Evolução foi feita por Ernest Haeckel (1834-1919) ainda no século XIX e visava separar os protistas dos dois reinos até então conhecidos (animal e vegetal) por meio da criação de um terceiro reino.

Entretanto, é preciso considerar que, na época de Darwin, outras

propostas de separação dos protozoários dos reinos existentes foram feitas, embora não considerando a evolução.

A dificuldade na classificação de muitos organismos que possuíam características similares às plantas ou aos animais era antiga. Antony van Leeuwenhoek (1632-1723) teria sido um dos primeiros a descrever detalhadamente os pequenos “animais” (ou animálculos como os chamou) visualizados flutuando na água em setembro de 1674. Os animálculos de Leeuwenhoek foram posteriormente denominados de animais de infusão e infusórios devido à frequência com que se encontravam esses seres microscópicos em infusões. Jean Pierre Baptiste Lamarck (1744-1829) apesar de perceber que os infusórios compartilhavam características com as plantas, tais como a absorção, agrupou esses organismos no reino animal, acreditando que a mobilidade era o principal caráter de diferenciação entre animais e plantas.

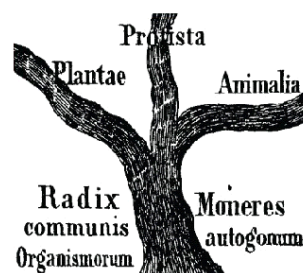
Portanto, a descoberta de novas espécies aumentava de forma considerável, bem como as dificuldades na identificação e organização de algumas delas no sistema proposto por Lineu. Possivelmente, a aparente simplicidade desses microrganismos tenha suscitado

em muitos pesquisadores a ideia de que esses seres deveriam existir antes das plantas e dos animais. Foi o que pensou John Hogg (1800-1869).

Hogg propôs em 1860 o quarto reino da natureza, separando dos já conhecidos reinos vivos animal e vegetal, os organismos primitivos que até então eram considerados duvidosos quanto a sua constituição, mas sua proposta não recebeu atenção. Observe que, na época, considerava-se a existência de 3 reinos: animal, vegetal e mineral.

O reino protista de Haeckel foi mais popular por basear-se na evolução, embora outras revisões tenham sido feitas à classificação imediatamente após a publicação de Darwin. Para Haeckel, alguns seres unicelulares poderiam ser a origem evolutiva direta com os grandes grupos de animais e plantas. Por isso, no terceiro reino estariam aqueles organismos que não seriam os antepassados imediatos, mas transições.

Base da árvore de Haeckel



Fonte: Google Imagens

4 Reinos

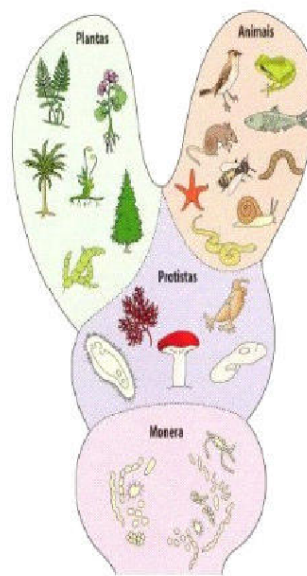
O quarto reino vivo foi proposto por Herbert F. Copeland (1902-1968) pela primeira vez em 1938.

Copeland defendia que os reinos que deveriam ser reconhecidos eram: Monera e Protista, termos definidos por Haeckel junto aos reinos vivos estabelecidos por Lineu, o Plantae e o Animalia. Assim, separando as bactérias tinha-se uma solução favorável para o problemático reino dos protistas. Quase uma década depois Copeland voltou atrás dizendo que o nome adequado a ser usado era protoctista já que ele havia sido criado antes de protista.

Portanto, sua proposta centra-se no reconhecimento de dois outros reinos, o Mychota que

abrigaria organismos sem núcleo como bactérias e algas verde-azuladas, e o Protoctista, que conteria os organismos nucleados distintos das plantas e dos animais, tais como protozoários, algas vermelhas e marrons, e os fungos.

Assim como Haeckel, Copeland propõe uma classificação baseada em aspectos de semelhança, contando com estudos citológicos como a existência ou não de núcleo. Diferentemente de Haeckel, Copeland acrescenta dados da fisiologia da célula como a presença de pigmentos, mas ainda assim pauta-se na semelhança estrutural entre os organismos.



Fonte: Google Imagens

5 Reinos

Duas foram as propostas para a classificação em 5 reinos. Na década de 1969, Robert Whittaker (1920-1980) defendeu que os dois tradicionais reinos animal e vegetal não representavam as relações evolutivas, e que as classificações subsequentes contribuíram muito para essa tarefa.

Quatro teriam sido as dificuldades encontradas para a continuidade do sistema de dois reinos: os protistas e as moneras,

tendo inicialmente sido subordinados aos protistas e que posteriormente foram separados devido as significativas diferenças de organização celular entre bactérias e outros organismos tais como sua bioquímica, componentes internos, forma de reprodução, etc.; os fungos devido a suas estruturas peculiares, ciclo de vida e modo de nutrição distinto ao das plantas; e, por fim, o quarto e último problema decorre dos modos de nutrição que

mostraram-se muito diferentes do que a ingestão exercida pelos animais e fotossintética e de absorção realizada pelas plantas.

Esses modos distintos correspondem a grupos funcionais ecológicos de produção, decomposição e consumo. Portanto, a nutrição foi o ponto central da separação de organismos dos reinos animal e vegetal e criação do reino próprio dos fungos para Whittaker.

A outra proposta foi feita por Lynn Margulis (1938-2011) na

década de 1990. A principal diferença entre esse sistema e o de Whittaker é a consideração da simbiogênese. Margulis salienta que, diferente da simbiose, a simbiogênese é um processo evolutivo que ocorre quando dois simbioses integram-se de modo permanente. Em síntese, a Teoria da Endossimbiose ressalta a importância dos microrganismos para entender a vida na Terra e aponta a distinção entre eucariontes e procariontes como a grande descontinuidade do mundo vivo, estando nela a chave para entender a biodiversidade.

Para Margulis, a célula é a unidade da vida, por meio da qual energia e matéria fluem, e se a distinção centra-se a grosso modo pela presença do núcleo nos eucariotos, a origem da célula bacteriana explica a origem da vida, enquanto a teoria da endossimbiose explica a origem da célula com núcleo por meio da simbiogênese. A simbiogênese implica o surgimento de novos tecidos, órgãos, metabolismos fisiológicos e adaptações que permitem a convivência prolongada entre dois simbioses. Foi o caso dos plastídeos e mitocôndrias dentro das células. Células procariontes teriam aparecido há cerca de 2500 a 541 milhões de anos atrás sem qualquer fusão ancestral, enquanto que os eucariontes todos são produtos de simbiogênese. (ilustração ao lado).

6 Reinos

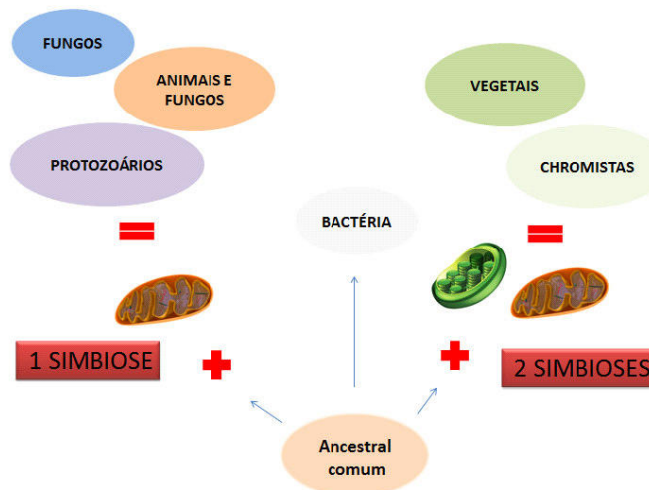
Com o objetivo de compreender a raiz evolutiva dos eucariontes, auxiliado pela era molecular e pela Teoria da Endossimbiose, Thomas Cavalier-Smith propõe em 2004 o sexto reino vivo, o Chromista.

Sendo as bactérias de um reino a parte, da origem dos eucariotos definiu cinco reinos eucariontes: o Protozoa como um reino basal, e quatro outros dele derivados: os heterotróficos Animalia e Fungi e os fototróficos Plantae e Chromista.

O novo reino Chromista resultou de avançados estudos filogenéticos. Tais estudos revelaram que determinados organismos antes alojados entre os protozoários distinguiram-se dos demais desse reino bem como dos integrantes do reino plantae

devido a origem de seus cloroplastos. Assim, os chromistas apresentam uma das características que os diferenciam: clorofila do tipo "C" e plastos com uma membrana extra e/ou pelos tubulares bi ou tripartidos sobre um ou mais cílios. O número de membranas localizadas no retículo endoplasmático rugoso de alguns indivíduos também é uma forte evidência da endossimbiose secundária.

“Células procariontes teriam aparecido há cerca de 2500 a 541 milhões de anos atrás sem qualquer fusão ancestral, enquanto que os eucariontes todos são produtos de simbiogênese”.



Fonte: Autora

Domínios

A proposta de classificação em domínios foi feita por Carl R. Woese (1928–2012) e baseia-se em análises filogenéticas a partir do RNA ribossômico, pressupondo três linhagens ancestrais distintas: eubactérias (bactérias típicas), arqueobactérias (bactérias metanogênicas) e eucariotos.

Uma vez sendo o genoma a chave para conhecer a história evolutiva das espécies, as sequências moleculares que mais satisfazem o estudo seria o RNA ribossomal, componente de todos os sistemas de replicação genômico, fácil de ser isolado e de evolução lenta permitindo a detecção de parentesco entre espécies distintas, argumenta Woese.

Em 1977, Woese e Fox salientam a diferença da célula eucariote e sua complexa organização refletindo uma possível origem simbiótica e, que, mesmo com essas diferenças esses dois tipos de células não

deveriam ser opostas filogeneticamente. Propõem assim, que um nível ou domínio seria responsável pela origem de outro mais complexo. Procarioto e Eucarioto correspondem a dois desses domínios, mas um estado evolutivo primário deveria ser interposto entre eles. A esse domínio hipotético chamaram proge-nota, o LUCA.

Esse conceito de progenota não refere-se propriamente a um organismo, mas uma entidade primitiva, de múltiplos e pequenos segmentos genômicos. Desde então estudos tem sido feitos em busca do último ancestral universal comum de todas as células, o LUCA (*last universal common ancestor*),

Um recente estudo constatou que o LUCA seria anaeróbio, fixador de gás carbônico dependente de gás hidrogênio, fixador de nitrogênio e termofílico. O que significa que esse ancestral depende de um ambiente rico em H₂, CO₂ e ferro, corroborando a

teoria da origem da vida de autotróficos em ambiente hidrotermal.

Como consequência dos três domínios de Woese, inúmeros reinos são apontados. Reinos estes que em sua maioria são filios para o sistema de Margulis. Por exemplo, no domínio Eubacteria são 6 reinos, no Eucariota 15 reinos e no Archae 4 reinos.

Muitas críticas foram feitas a esse modelo classificatório. Ele não reconheceria a simbiogênese. Além disso, os domínios e inúmeros reinos são estabelecidos com base em comparações de sequências moleculares, e tão somente. Por fim, os domínios não contribuem pedagogicamente porque não produzem uma classificação prática impedindo a recuperação de informações seja por naturalistas, não especialistas, alunos ou professores. Visando corrigir esses problemas é que o sistema de 5 reinos de Margulis foi criado.

Super-reinos

Recentemente, Cavalier-Smith e colaboradores propuseram outra grande modificação no sistema classificatório argumentando que esta tornaria mais prático para o público em geral.

Dois super-reinos Procarioto e Eucarioto e sete reinos. No super-

reino Procarioto estão os reinos Archaea e Bacteria enquanto no Eucarioto os reinos Protozoa, Chromista, Fungi, Plantae e Animalia.

REFERÊNCIAS

MARTINS, R.A.; MARTINS, L.A.P. Uma leitura biológica do De anima de

Aristóteles. In: MARTINS, L.A.P. et al. **Filosofia e História da Biologia 2**. São Paulo: Fundo Mackenzie de Pesquisa, 2007.

MARTINS, R.A. **Aristóteles e o estudo dos seres vivos**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.

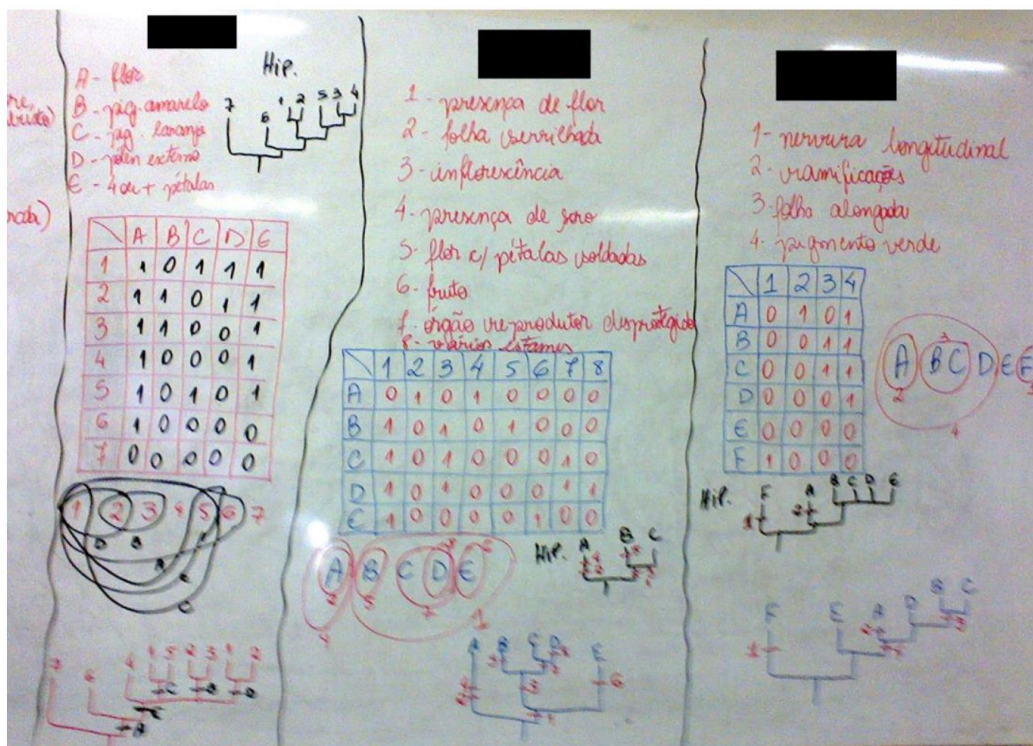
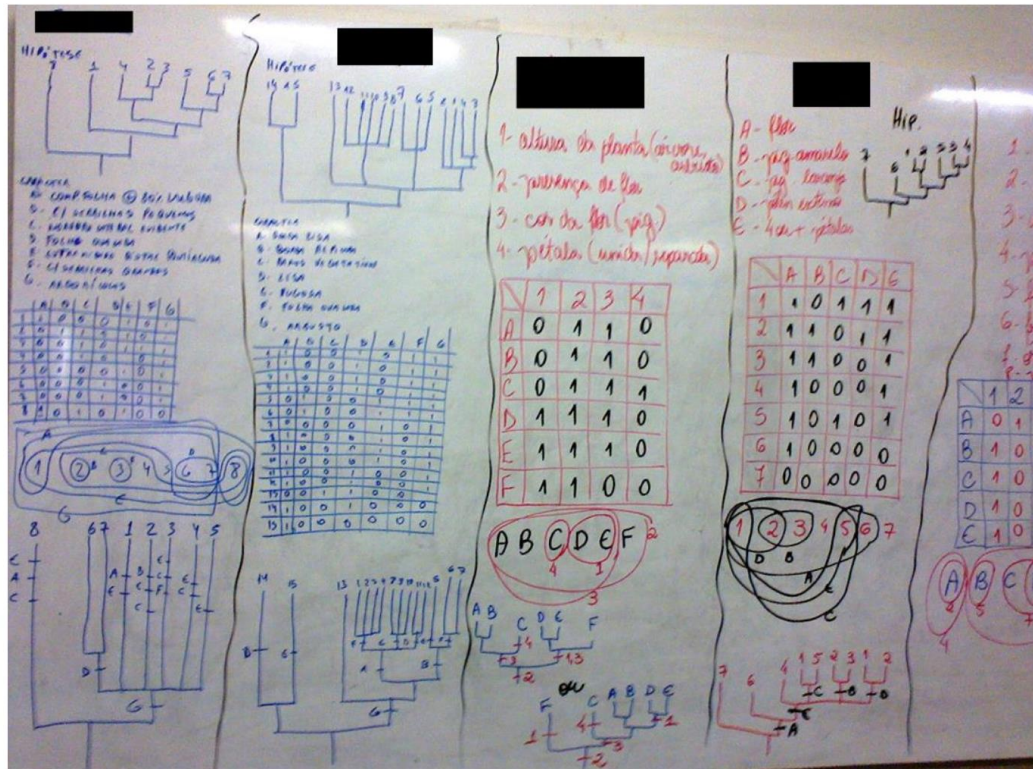
APÊNDICE 6
ROTEIRO DE QUESTÕES – GRUPO FOCAL

1. Como os alunos de vocês classificariam esses seres vivos?
2. Como ficariam os agrupamentos? Por quê?
3. O que vocês acham que nortearia a classificação deles?
4. Quais as outras formas de agrupamento seriam possíveis?
5. E esses (fotos) como classificar? Seria mais difícil que aqueles (cartões identificados)?
6. Quais as maiores dificuldades que vocês veem no aprendizado de seus alunos sobre o conteúdo classificação?
7. E quais dificuldades vocês enfrentam em ensinar esse conteúdo?
8. Como vocês tem ensinado a classificação?
9. Como o entendimento da evolução afeta o conhecimento classificatório?
10. Em que medida o ensino de ciências tem avançado quanto aos conhecimentos envolvidos na classificação?
11. No que o ensino de ciências deixa a desejar nesse aspecto?
12. Qual sistema tem direcionado o ensino da classificação atualmente?
13. Vocês têm alguma preferência? Por quê?
14. Quais mudanças vocês têm visto nesse conteúdo ao longo dos alunos de formação e docência de vocês?
15. Como vocês tem trabalhado/ acompanhado essas mudanças?
16. Uma coisa que ninguém mencionou é a sistemática filogenética. Num estudo que fizemos com cerca de 90 alunos aqui em Uberaba, constatamos que os alunos têm dificuldades nesse conteúdo. O que vocês pensam a respeito?
17. Lembro que em uma das minhas aulas de botânica, falávamos sobre a organela cloroplasto e a descoberta de animais que a possuem, para meus alunos foi algo muito estranho, novo. Então, o que vocês acham que seus alunos pensariam acerca disso?

ANEXOS

ANEXO 1

ÁRVORES FILOGENÉTICAS CONSTRUÍDAS PELOS PARTICIPANTES DO CURSO NO 7º ENCONTRO.



ANEXO 2 PLANO DE AULA – PAULA

PLANO DE AULA

Professora: [REDACTED]

Público-alvo: alunos do 2^o ano do Ensino Médio

Duração: 15min

Conteúdo: Classificação filogenética e evolução do Reino Plantae

Introdução

O Reino Plantae abriga os vegetais: organismos eucariontes, multicelulares, autotróficos fotossintetizantes, e que apresentam alternância de gerações em seus ciclos de vida.

Ao longo da história evolutiva, os vegetais adquiriram adaptações que permitiram a conquista do ambiente terrestre, em todas as regiões da biosfera. Graças a esse fato, muitos animais e outros organismos passaram a colonizar tais ambientes, em razão da farta oferta de alimento e outras vantagens que os vegetais puderam proporcionar.

Em virtude dos avanços de estudos relacionados a aspectos de parentesco entre os organismos, o Reino Plantae tem sofrido modificações significativas, e diversas propostas têm sido feitas neste sentido. No entanto este grupo ainda é estudado baseado em quatro subgrupos: Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas.

Objetivo

Proporcionar conhecimento de uma maneira interativa e diferente e, fixar o conteúdo de classificação, evolução e características das plantas verdes.

Materiais

- Jogo do Dominó das Plantas Verdes

-Folha de exercício

Metodologia

O início da aula será relembrar sobre a história da classificação e a evolução do Reino Plantae. Depois dividir a turma em grupos, com no mínimo quatro componentes e máximo seis, e distribuir as peças do jogo. Os alunos devem jogar seguindo as regras que estão no manual e em caso de dúvidas consultarem a professora. Após o término da partida do jogo, será entregue uma folha de exercício sobre o conteúdo abordado na aula anterior. Ao final da aula faremos a correção das respostas.

ANEXO 3
PLANO DE AULA – FABÍOLA

Plano de Aula

Professora : [REDACTED]

Conteúdo : Ciências

Público alvo : 7º ano

Objetivo Geral : Estimular a compreensão da importância da classificação dos seres vivos.

Objetivos Específicos :

- Identificar as características (física, habitat, alimentação, gestação e outras) dos seres vivos ;
- Reconhecer a diversidade de seres vivos que temos em nosso planeta.

Metodologia :

- Dividir a turma em grupos de trabalho;
- Entregar para cada aluno uma cópia da folha 1 (em anexo) e solicitar que os estudantes recortem cada uma das palavras e organizem –nas em grupos, baseados em critérios estabelecidos pelos componentes do grupo;
- Entregar para cada grupo uma cópia da folha 2 (em anexo) e solicitar que os estudantes repitam o procedimento realizado com as palavras da folha 1;

OBS 1: o professor poderá instigar cada grupo, enquanto executam o trabalho, sobre os critérios escolhidos para o agrupamento dos itens (Ex.: 1 - produtos de limpeza, produtos de higiene pessoal, produtos perecíveis, etc. Ex.: 2 - produtos de embalagem reciclável, produtos de armazenamento frio, etc.)

OBS 2: o professor poderá solicitar que cada grupo exponha seu critério de agrupamento para os demais grupos da sala, verificando que, de acordo com cada grupo, os critérios estabelecidos para agrupamento variaram.

OBS 3: o professor poderá instigar cada grupo, enquanto executam o trabalho, sobre os critérios escolhidos para o agrupamento dos itens (Ex.: 1 - animais de grande porte e animais de pequeno porte, animais microscópicos, etc. Ex.: 2 - seres aquáticos e seres terrestres. Ex.: 3 - vertebrados, invertebrados e plantas, etc.).

- Cada componente do grupo deverá escolher um ser vivo que ele gostaria de ser e justificar em uma folha;
- Cada grupo deverá apresentar seu trabalho explicando quais foram seus critérios usados tanto para os produtos de supermercado como para os seres vivos;
- Após as apresentações dos grupos o professor pode dar início a classificação dos cinco reinos dos seres vivos.

FOLHA 1:

Sabonete	Detergente	Requeijão cremoso	Nuggets de frango	Shampoo	Esponja de banho
Sabão em pó	Biscoito recheado	Barra de chocolate	Macarrão	Desodorante	Refrigerante
Farinha de trigo	Feijão preto	Arroz integral	Alface	Cenoura	Banana
Iogurte líquido	Cereal matinal	Achocolatado em pó	Milho em lata	Farinha de rosca	Vagem
Ervilha congelada	Pão de forma	Biscoito água e sal	Pasta de dente	Guardanapo de papel	Papel higiênico
Maçã	Espinafre	Arroz branco	Lata de atum	Peixe fresco	Limpa vidros
Álcool	Removedor de esmalte	Farofa pronta	Milho de pipoca	Escova de dentes	Fralda descartável
Ovos	Manteiga	Salsicha de frango	Amêndoa	Batata palha	Cebola
Ração Canina	Azeite	Vinagre	Azeitonas	Fio dental	Café em pó
Lâmpada	Palito de dentes	Canela em pó	Pimenta do reino	Adoçante em gotas	Açúcar

