

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

MÁRCIO ANDREI GUIMARÃES

*Cladogramas e Evolução no
Ensino de Biologia*

Bauru
2005

MÁRCIO ANDREI GUIMARÃES

*Cladogramas e Evolução no
Ensino de Biologia*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru, para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência (Área de Concentração: Ensino de Ciências).

Orientador: Prof. Dr Washington Luiz Pacheco de Carvalho

**Bauru
2005**

Ficha catalográfica elaborada por
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - Bauru

Guimarães, Márcio Andrei
Cladogramas e evolução no ensino de biologia / Márcio
Andrei Guimarães. - - Bauru : [s.n.], 2005.
233 f.

Orientador: Washington Luiz Pacheco de Carvalho.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências, 2005.

1. Ensino de biologia. 2. Análise cladística. 3.
Sistemática filogenética. 4. Evolução. 5. Representações
sociais. I – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Ciências. II - Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Comissão julgadora da Dissertação de Mestrado de **Márcio Andrei Guimarães**, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Área de Concentração em Ensino de Ciências da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de Bauru, em 29/09/2005.

Presidente e Orientador

Profº Dr Washington Luiz Pacheco de Carvalho _____

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Universidade Estadual Paulista

2º Examinador

Profº Dr Dalton de Souza Amorim _____

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto

Universidade de São Paulo

3º Examinador

Profº Dr Fernando Bastos _____

Faculdade de Ciências de Bauru

Universidade Estadual Paulista

**À minha esposa Ana Laura, pela paciência,
compreensão e apoio durante todos os dias
desse trabalho.**

Agradecimentos

Agradeço ao Profº Washington Luiz Pacheco de Carvalho pela orientação, amizade e apoio durante a realização desse trabalho.

À professora Lizete Maria Orquiza de Carvalho pelas valiosas críticas que sempre permitiram uma reflexão sobre a pesquisa e sobre o trabalho de professor.

Aos colegas Grupo de Pesquisa em Avaliação Formativa e Formação de Professores, da Unesp de Ilha Solteira pelas críticas e sugestões durante as apresentações dos seminários de pesquisa.

À banca examinadora que contribuiu para a reflexão em vários pontos do trabalho.

Ao Profº Dalton de Sousa Amorim, pela ajuda que forneceu, com indicações de leitura e esclarecimentos de dúvidas, durante o início do trabalho.

Ao Profº José Roberto Zarzur, diretor da E. E. Nove de Julho, que autorizou a pesquisa na escola e o uso de suas dependências.

Ao amigo e colega Paulo Sérgio Fiorato, que compartilhou comigo as mesmas angústias e dúvidas, durante muitas viagens à Ilha Solteira e por telefonemas.

Aos colegas do “Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência” da Faculdade de Ciências, da Unesp de Bauru, em especial o Hugo Leandro do Nascimento, sempre disposto a ajudar e ao André Soares Henrique do Amarante, que em 10 minutos me ensinou a usar o software **Director**, o que me valeu para vida toda.

Aos professores do “Programa de Pós Graduação em Educação Para a Ciência”, cujos ensinamentos foram decisivos para a minha formação.

A Secretaria de Estado de Educação de São Paulo pela concessão da bolsa mestrado a partir do segundo terço da pesquisa.

GUIMARÃES, Márcio Andrei. *Cladogramas e evolução no ensino de biologia*. 2005. 233 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

RESUMO

Nesse trabalho, buscou-se analisar as contribuições da sistemática filogenética para o ensino de biologia de nível médio. Para atingir tal objetivo, foi desenvolvido um minicurso intitulado “Encontrando parentesco entre os seres vivos”. Nesse minicurso foram abordadas temas relativos à evolução, sistemática filogenética e zoologia. Apesar de a reconstrução filogenética não ser acessível a todos os estudantes, sua interpretação foi de grande valor no levantamento de questões relativas à evolução humana e manipulação genética em seres humanos. Boa parte das discussões revelou que a aquisição do conhecimento científico é dependente das representações sociais dos estudantes e influenciada por elas.

Palavras-chave: Ensino de Biologia, Cladogramas, Evolução, Sistemática Filogenética.

GUIMARÃES, Márcio Andrei. *Cladogramas e evolução no ensino de biologia*. 2005. 233 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

ABSTRACT

This research focuses the use of cladograms in biology teaching in order to establish some contributions of them, mainly to the teaching of evolution, for high school. To reach this intent a short-term course was planned to approach evolution by means of cladograms showing the phylogenetics relationships of most common animals. After the end of the course, the students were interviewed about their conceptions. Beyond the scientific concepts as evolution and adaptation, concepts about ethics, science and religion, were revealed and most of them were strongly affected by social science's representations of the students and thus influenced their learning of the subject.

Keywords: Biology Teaching Cladograms, Evolution, Phylogenetics Systematics.

Sumário

1. Apresentação	12
2. Introdução.....	16
2.1. Biologia e Complexidade.....	16
2.2. Referenciais em ensino de ciências.....	20
2.3. Nada em biologia faz sentido exceto sob a luz da evolução	27
2.3.1. Algumas pesquisas sobre ensino de evolução	27
2.4. A sistemática.....	34
2.4.1. Brevíssima história da sistemática	34
2.4.2. A metáfora da árvore e outras metáforas	38
2.4.3. O método da sistemática filogenética	45
2.4.4. A sistemática filogenética no ensino médio.....	49
2.5. O Problema de pesquisa.....	50
3. Desenvolvimento da pesquisa	51
3.1. O primeiro mini-curso	52
3.2. Reflexões sobre o primeiro mini-curso.....	55
3.3. O segundo mini-curso.....	58
3.3.1. Módulo “Evolução”	59
3.3.2. Módulo “Os animais”	61
3.3.3. Módulo “Sistemática Filogenética”	62
3.3.4. Módulo “Temas diversos”	65
3.4. Fenomenografia	67
3.4.1. O nascimento da fenomenografia	67
3.4.2. Aspectos Metodológicos	69
3.4.3. Generalização, validação e confiabilidade.....	71
3.4.4. Pesquisa Fenomenográfica e Pesquisa Fenomenológica.....	73
4. As entrevistas	75
4.1. Entrevista – HERMES	76
4.2. Entrevista – DEMÉTER	88
4.3. Entrevista – ATENA.....	98
4.4. Entrevista – HÉRACLES.....	104
4.5. Entrevista – PERSÉFONE.....	111
5. Análise Fenomenográfica	117
5.1. Adaptação	118
5.1.1. Discursos sobre adaptação	118
5.1.1.1. Hermes	118
5.1.1.2. Deméter	118
5.1.1.3. Atena	119
5.1.1.4. Héracles.....	119
5.1.1.5. Perséfone.....	120
5.1.2. Espaço de resultados para adaptação	120
5.2. Origem da diversidade.....	122
5.2.1. Discursos sobre origem da diversidade.....	122
5.2.1.1. Hermes	122
5.2.1.2. Deméter.....	122
5.2.1.3. Atena	123
5.2.1.4. Héracles.....	124
5.2.1.5. Perséfone.....	124
5.2.2. Espaço de resultados para origem da diversidade.....	124
5.3. Cladogramas	126
5.3.1. Discursos sobre cladogramas	126
5.3.1.1. Hermes.....	126
5.3.1.2. Deméter	126
5.3.1.3. Atena.....	126
5.3.1.4. Háracles	127
5.3.1.5. Perséfone	127
5.3.2. Espaço de resultados para cladogramas	128
5.4. Seleção Natural.....	129
5.4.1. Discursos sobre seleção natural	129

5.4.1.1. Hermes	129
5.4.1.2. Hércules.....	129
5.4.1.3. Perséfone.....	130
5.4.2. Espaço de resultados para seleção natural	130
5.5. Ancestralidade Comum.....	131
5.5.1. Discursos sobre ancestralidade comum	131
5.5.1.1. Hermes	131
5.5.1.2. Deméter.....	131
5.5.1.3. Atena	132
5.5.1.4. Hércules.....	132
5.5.2. Espaço de resultados para ancestralidade comum.....	133
5.6. Ciência e Religião.....	134
5.6.1. Discursos sobre ciência e religião	134
5.6.1.1 Hermes	134
5.6.1.2. Deméter.....	134
5.6.1.3. Atena	135
5.6.2. Espaço de resultados para ciência e religião	136
5.7 Evolução Humana.....	137
5.7.1. Discursos sobre evolução humana	137
5.7.1.1. Hermes	137
5.7.1.2. Deméter.....	137
5.7.1.3. Atena	138
5.7.1.4. Hércules.....	138
5.7.1.5. Perséfone.....	139
5.7.2. Espaço de resultados para evolução humana	139
5.8. Questões Éticas	141
5.8.1. Discursos sobre questões éticas	141
5.8.1.1. Hermes	141
5.8.1.2. Deméter.....	141
5.8.1.3. Atena	142
5.8.1.4. Hércules.....	142
5.8.1.5. Perséfone.....	143
5.8.2. Espaço de resultados para questões éticas	144
6. Discussão sobre categorias obtidas.....	145
6.1. Sobre o método.....	145
6.2. As categorias.....	145
6.3. Olhando Internamente.....	146
6.3. Olhando externamente	152
6.5. Intelecto coletivo e representações sociais.....	160
7. A teoria das representações sociais	162
7.1. Iniciando	162
7.2. Representações sociais e educação.	162
7.3. Implicações educacionais	169
8. Referências	171
9. Apêndices	181
9.1. Apêndice A – Uma atividade de Classificação	182
9.2. Apêndice B – Pequena história da sistemática.....	187
9.3. Apêndice C – Identificando parentesco através de sinapomorfias.....	191
9.4. Apêndice D - Análise cladística.....	199
9.5. Apêndice E – Encontrando parentesco através de sinapomorfias.....	203
9.6. Apêndice F – Usando o TreeGardener.....	205
9.7. Apêndice G – Comparando cladogramas e fenogramas	210
9.8. Apêndice H – Usando o <i>Biology Workbench</i>	213

Índice de Figuras

Figura 1. Árvore filogenética presente no livro “Origem das Espécies” de Charles Darwin.	39
Figura 2. Árvore filogenética publicada em <i>Generelle Morphologie der Organismen</i> , de 1866. Esta árvore foi modificada muitas vezes ao longo da vida de Haeckel.....	42
Figura 3. Cladograma mostrando a história evolutiva de três táxons.	43
Figura 4. Diferentes estilos de cladogramas mostrando a mesma história evolutiva de três táxons.....	44
Figura 5. “Moita” mostrando as relações filogenéticas entre os três domínios propostos por Woese <i>et al</i> (1990).....	45
Figura 6. Árvore mostrando as relações de parentesco dentro do filo Arthropoda.....	47
Figura 7. Exemplos de grupos monofiléticos (a), parafiléticos (b) e polifiléticos (c).....	48
Figura 8. Cladograma mostrado aos alunos durante a entrevista.	75

1. Apresentação

Um dos maiores aprendizados de um curso de mestrado em educação é que ele é muito mais complexo do que parece. Isso por que exige muita dedicação para delinear a pesquisa, escolher metodologias adequadas, fazer a leitura de diferentes referenciais teóricos e analisar os dados.

Por outro lado, todas essas coisas são extremamente prazerosas à medida que a teoria faz eco com a prática de professor e tudo parece ficar mais próximo da gente.

Lidar com o fenômeno humano também não é nada fácil, não no sentido de relacionamento humano, mas no sentido de que não há previsibilidade e é muito difícil traçar um plano de forma que as pessoas se encaixem nele. O que é o nosso caso, neste trabalho.

Um outro desafio é tentar iniciar uma pesquisa com poucos referenciais práticos. No nosso caso são pouquíssimas as pesquisas utilizando cladística em educação e as poucas que existem, e que são citadas nesse trabalho, somente foram acessadas quando a pesquisa já estava praticamente concluída. Assim não pude aproveitar muitas de suas idéias e sugestões.

Isso gera certas dificuldades à medida que toda a estratégia de pesquisa tem que ser feita de forma tentativa, o que a sujeita a falhas, mas também leva à correções.

Na primeira parte deste trabalho, tentei descrever os referenciais que foram usados tanto para a elaboração dos minicursos como para a fundamentação da pesquisa.

Assim, na seção 2.1 tentei mostrar que o ensino de biologia pode ser mais produtivo se tratado a partir de um ponto de vista complexo, ou seja, que mostre as múltiplas relações e dependências dessa disciplina com as outras e com ela mesma, pois, muitas vezes, os conteúdos são tratados de forma isolada e sem significado.

Como existem várias sugestões metodológicas para ensinar ciências, tentei, na seção 2.2 abordar algumas dessas metodologias e, por fim, acabei utilizando boa parte daquilo que é chamado Ensino por Pesquisa. Nela os alunos atuam como aprendizes em busca do

conhecimento, mas não estão às cegas, pois contam com um tutor (no caso o professor) para esclarecer dúvidas e dar uma direção para o trabalho.

A sistemática filogenética parte do pressuposto evolutivo de que as espécies têm uma origem comum e por isso apresentam algum tipo de relação morfológica e genética. Por isso, durante o curso era necessário que os alunos tivessem noções de básicas de evolução. Para tentar entender os diferentes discursos sobre evolução e revisar algumas pesquisas já feitas, inseri na seção 2.3, algumas pesquisas na área. Boa parte dela dá destaque aos mecanismos da evolução, como a mutação e seleção natural, ou ao resultado, a adaptação. Contudo a noção de origem comum, muito importante ao nosso ver, não é aprofundada nessas pesquisas.

Por fim, tentei retratar o que seria a sistemática de uma forma geral e a sistemática filogenética em particular (seção 2.5). Esse assunto é relativamente novo nas escolas e sua introdução na educação básica se deve ao professor Dalton de Souza Amorim, entre outros. Mesmo que essa tentativa tenha sido feita de forma isolada, boa parte dos livros de biologia e vestibulares já traz cladogramas nos capítulos dedicados à zoologia e evolução, sendo que alguns chegam a trazer exercícios de reconstrução filogenética como os que foram utilizados aqui.

Apesar de termos utilizado exercícios de reconstrução filogenética, e isso pareça um tanto duro para os estudantes, o aprofundamento nesse tópico não foi o objetivo principal. Isso foi feito para que os estudantes soubessem como os cientistas trabalham para construir um cladograma, que apesar da existência de um método estabelecido, muitas vezes o pesquisador deve tomar decisões e escolher um entre muitos cladogramas produzidos com um mesmo conjunto de dados e que nesse ponto entra a subjetividade do pesquisador.

O principal objetivo de utilizar cladogramas durante o curso era o de visualizar a história evolutiva de grupos de animais, mostrada por caracteres derivados comuns, e reconhecer os mecanismos que levaram a essa história. Assim, os cladogramas seriam um excelente recurso tanto para deduzir fenômenos evolutivos como para testar hipóteses evolutivas, desde que os caracteres¹ estejam disponíveis para análise.

¹ Como dados moleculares ou morfológicos.

A tentativa de usar a Fenomenologia como método de pesquisa se mostrou insuficiente ao percebermos que ela não permitia tratar do mundo conceitual dos alunos, mas somente do mundo, irrefletido. Nossa intenção era que os estudantes pensassem nos fenômenos biológicos estudados e, a partir daí, dessem pareceres a respeito do assunto. O método de pesquisa que melhor se enquadrou a essas necessidades foi a Fenomenografia, desenvolvida por Ference Marton.

Enquanto a fenomenologia busca pelo que há de comum nas falas, a essência dos discursos, a fenomenografia busca a variação. Para isso assume que as pessoas têm diferentes formas de ver o mundo e que uma mesma pessoa pode ter diferentes formas de interpretar um mesmo fenômeno, dependendo da situação.

Além do mais, o tipo de assunto abordado nos cursos não permitia uma abordagem mais subjetiva, visto que se tratava exatamente de um mundo duramente conceitual da ciência. Isso não significa que a subjetividade e as opiniões fiquem de lado. A fenomenografia também permite o trânsito pelo mundo subjetivo e, muitas vezes durante esse trabalho, os estudantes expressaram suas opiniões e sentimentos a respeito de tópicos da biologia que geravam controvérsias.

Assim como a fenomenografia, e antes dela, a teoria das Representações Sociais assume que as pessoas e as sociedades têm diferentes formas de ver o mundo e que essas diferentes formas de ver o mundo são devidas às influências sociais que as pessoas recebem. Diferentemente dos trabalhos de Durkheim, a teoria das representações sociais de Moscovici assume que as formas de ver a mundo não são imutáveis, mas que podem ser reelaboradas de forma a se adaptar a um novo contexto, desde que seja um contexto significativo.

Por muitas vezes essa mudança pode ser difícil, mas não chega a ser impossível. Sob essa ótica, seria a papel da educação tornar os conteúdos significativos e contextualizados para que novas representações sejam vislumbradas pelos estudantes. Para isso, deve-se respeitar as representação sociais dos alunos e não criar situações em que uma representação prevaleça sob a outra de forma autoritária, mas que as diferentes representações sejam confrontadas e que os estudantes sejam aqueles que “escolherão” a que é válido para a sua vida.

Falando dessa forma, soa como se a conhecimento científico devesse ser deixado de lado para que os estudantes utilizassem seus conhecimentos do senso comum para interpretar a mundo. É claro que isso não é verdade, pois como será mostrado na seção 2.4, conhecer a ciência não significa usá-la para dar sentido ao mundo. Essa tarefa é bem mais difícil e gera a questão de se essa utilização da ciência é válida ou não.

2. Introdução

2.1. Biologia e Complexidade

A disciplina de Biologia do ensino médio foi criada na década de 1960 e, antes disso, era subdividida em zoologia, botânica e biologia geral e compunha, juntamente com mineralogia, geologia e paleontologia, a disciplina de História Natural (KRASILCHIK, 1996). Isso se deve aos progressos ocorridos dentro da biologia e a “idéia”, em nível nacional e internacional, da importância do ensino de biologia como fator de desenvolvimento. Nesse contexto, houve uma reorganização dos conteúdos, mas o enfoque descritivo com que eram tratados permaneceu nas salas de aula e nos livros didáticos. “*Os programas estavam assentados na idéia de que a biologia era neutra e de que, ao estudá-la, apreendemos a realidade*” (SONCINI; CASTILHO JR, 1992).

Essa idéia de que a ciência é neutra, a-histórica e de que as teorias científicas são verdades absolutas contribui para um ensino teórico, enciclopédico que estimula a passividade. Também contribui para isso os exames vestibulares, que exigem conhecimentos fragmentados e descontextualizados (KRASILCHIK, 1996).

Ainda a respeito do ensino de biologia, Soncini e Castilho Jr (1992) chamam a atenção para três pontos de destaque: 1) a extensão e desarticulação dos conteúdos; 2) o tratamento eminentemente descritivo e a-histórico dado a esses conteúdos; 3) a concepção mecanicista do programa. Esses autores apontam também critérios para a seleção de conteúdos, tendo em conta que a biologia é uma ciência que lida com os fenômenos da natureza e deve desenvolver a capacidade de síntese, análise, transferência, etc, levando à apropriação do conhecimento. Os critérios estabelecidos por Soncini e Castilho Jr (1992) são:

1. Os conteúdos devem ser adequados à faixa etária.
2. Os conteúdos devem ser articulados para que os fenômenos da vida sejam vistos de forma integrada e organizada, tanto em nível de indivíduo como de ambiente.
3. O tratamento dado ao conteúdo deve permitir a compreensão de que o universo é composto por partes que agem interativamente e que é essa interação que configura o

universo como universo, a natureza como algo dinâmico, o organismo como um todo. A idéia de que o universo se comporta como uma máquina, onde cada peça opera isoladamente, tem sido a tônica no ensino de biologia e tem gerado a incompreensão, o desinteresse e a falsa idéia de que, ao estudar cada parte, o aluno estará apto a compor e compreender o todo (SONCINI; CASTILHO JR, 1992, p. 23).

Assim, durante o ensino de anatomia e fisiologia, são enfatizados cada sistema isoladamente e muitas vezes o corpo humano é comparado com uma máquina. Esse tipo de abordagem acaba passando a idéia de que cada parte funciona independentemente, pois não são ensinadas as interações entre elas. Uma disfunção em qualquer uma das partes acaba prejudicando a integridade do organismo e não somente daquele órgão ou sistema afetado. Mesmo alterações no meio ambiente acabam afetando o organismo. Isso não significa que os estudos das partes não seja importante, mas deve-se ir além de forma a dar sentido para o conhecimento (GIORDAN, 2002). Do mesmo modo, o estudo da diversidade dos seres vivos aparece na forma de descrições morfofisiológicas, sem que se estabeleçam relações entre eles, ou seja, os animais e vegetais são estudados sem levar em conta suas interações com o ambiente e com outros seres vivos. Chega-se a discutir a evolução das partes sem, contudo, estabelecer o papel do ambiente nisso tudo. Ao contrário disso, o estudo de um conteúdo deve dar destaque às interações que ocorrem dentro dos vários níveis de organização da biologia. Também é importante salientar que o conhecimento biológico é processo, não está acabado, mas vem sendo construído e pode haver diversos modelos para explicar um mesmo fenômeno, ou seja, o conhecimento biológico vem sendo construído historicamente (SONCINI; CASTILHO JR, 1992).

Ainda falando sobre o ensino dos seres vivos, Amorim e seus colaboradores (2001) apontam que a abordagem da zoologia e botânica no ensino médio é difícil tanto para alunos como para professores, os quais costumam liquidar a matéria e passar para assuntos “mais interessantes”.

A causa disso parece ser um descompasso entre o que é aceito pela comunidade científica e o que é ensinado nas escolas. Os conteúdos de biologia como um todo e os relacionados com os seres vivos em particular, seguem um pensamento essencialista e tipológico (AMORIM *et al*, 2001). O pensamento essencialista afirma a constância e a descontinuidade entre as formas de vida. Hoje, com os saberes da genética e da evolução,

temos a continuidade e a inconstância das espécies como paradigma. Dessa forma, a classificação dos seres vivos, baseada nas idéias essencialistas de Lineu, constitui-se em um problema para o ensino dessas disciplinas, pois nega o conhecimento oriundo de outras áreas da biologia, como a filogenética e, há muito, o essencialismo foi abandonado pela biologia. A própria busca de uma definição de vida se assenta em um pensamento essencialista. Esse vem sendo um dos motivos porque não se tem uma definição satisfatória sobre esse conceito (MEYER; EL-HANI, 2001).

O pensamento essencialista é um pensamento simplificador por negar a continuidade entre os seres vivos, representada pelo seu material genético e pela história evolutiva, e por ignorar o papel das interações entre os seres vivos e meio físico na origem da biodiversidade.

Assim o ensino de biologia vem se baseando em um paradigma da simplificação e a criação de técnicas e macetes para memorizar conceitos fragmentados para os vestibulares. Isso esconde as relações existentes entre os conhecimentos dentro da biologia, pois as partes são priorizadas com diferentes propósitos como os exames vestibulares e o término do conteúdo programado. O importante, em um ensino relevante para a vida dos estudantes, “*não é a mera descrição de um funcionamento ou acumulação de novos conhecimentos sem perspectivas [...] mas sim a idéia de uma abordagem complexa por meio de mecanismos que podem parecer simples*” (GIORDAN, 2002, p. 229). Mecanismos tratados como aparentemente simples, como as interações entre os seres vivos, funcionamento dos sistemas do corpo, divisão celular, na verdade não têm nada de simples. São tratados de forma simplificada por motivos práticos como o já citado vestibular e eliminação de debates e discussões sobre o conteúdo. Além disso, uma abordagem complexa do ensino de biologia exigiria uma maior dedicação de professores e alunos acostumados com o paradigma da simplificação e dos macetes. Da mesma forma iria contra a metodologia de trabalho há muito estabelecida nas escolas.

O ensino de biologia, e de outras disciplinas, tem uma abordagem analítica que nega a conexão entre os conhecimentos, não somente entre as disciplinas, mas mesmo dentro delas. Por exemplo, o estudo do corpo é compartimentado em funções distintas, sem que as relações entre elas sejam mostradas. O corpo é visto como um amontoado de órgãos disparatados. Na verdade existe uma grande complexidade na regulação das funções do corpo

e as interações e troca de informações entre as partes é que permite a existência harmoniosa do todo (GIORDAN, 2002).

Uma abordagem “sistêmica” permite organizar os conhecimentos de maneira diferente e compreender não mais somente pela análise, mas também pela síntese. “A abordagem analítica levou a uma fragmentação dos conhecimentos, a um esmigalhamento dos saberes. Precisamos reconstruí-los para melhor ensinarmos” (ROSNAY, 2002, p. 493).

As duas abordagens, analítica e sistêmica, são complementares; uma focaliza os elementos enquanto a outra se interessa pelas interações entre eles. Uma abordagem analítica leva a uma redução dos saberes a um certo número de disciplinas desconexas e isoladas umas das outras enquanto a abordagem sistêmica se concentra sobre a interação entre os fenômenos.

Dessa forma, o ensino de biologia poderia ser olhado segundo um pensamento complexo. Em um primeiro momento, complexo pode parecer sinônimo de complicado e sugere a idéia de menor perfeição. Complexo significa “o que está ligado, o que está tecido” e representa a união entre a unidade e a diversidade, entre o analítico e o sistêmico (ARDOÍNO, 2002). A complexidade reconhece a desordem e eventualidade em todas as coisas, assim como reconhece a incerteza em todo o conhecimento. A complexidade leva em conta o caráter do que está tecido e as incertezas (MORIN, 2002).

O ensino da história da vida, por exemplo, baseia-se em uma série de conhecimentos oriundos de áreas tão diversas como genética, biologia molecular, ecologia, paleontologia e anatomia comparada. Cada uma dessas disciplinas contribui para tornar a teoria da evolução uma conjectura altamente plausível (GAYON, 2002). É a mestiçagem de todos esses conhecimentos que faz com que a evolução dê um sentido para os diversos conceitos e fenômenos dentro da biologia, da mesma forma que esses conceitos e fenômenos dão sentido para a evolução, em um mecanismo recursivo. A teoria da evolução, tendo um fraco poder preditivo, mas um grande poder explicativo, introduz a incerteza dentro da biologia. Os acontecimentos são aleatórios e dependentes de vários fatores. É importante destacar o papel do homem agindo sobre o meio e este agindo sobre o homem e não separá-lo do meio, como vem sendo feito. É preciso considerar o que Edgar Morin (2002) chama de

“complexo bioantropológico”, ou seja, considerar que somos indivíduos integrados na complexidade cultural e social e que esta age sobre nós e nós agimos sobre ela.

Para tornar o conhecimento biológico significativo, deveriam ser levados em conta o contexto, o global, o multidimensional e o complexo. O contexto dá sentido ao conhecimento assim como o texto dá sentido à palavra (MORIN, 2000). A mera aquisição de dados isolados é insuficiente para a aprendizagem. Por global entende-se as inter-retroações² entre as partes de um sistema. O todo possui propriedades que não aparecem nas partes quando elas estão separadas. Essa idéia traz a noção de emergência de qualidades e propriedades. Por exemplo, um organismo isolado, o nível de espécie, não possui as propriedades presentes em uma população, ou em uma comunidade. O caráter multidimensional afirma que o ser humano não deve ser reduzido à biologia ou à psicologia, é ao mesmo tempo “*biológico, psíquico, social, afetivo e racional*” (MORIN 2000, p. 38). O complexo, como já foi dito, é a união entre unidade e a multiplicidade.

Nesse contexto, é extremamente pertinente a introdução da sistemática filogenética no ensino de biologia, já que são necessários diversos conhecimentos para seu entendimento e utilização. Os cladogramas (**figura 3**) são dendrogramas que representam uma possível relação filogenética entre os organismos baseados em caracteres derivados compartilhados, ou sinapomorfias (AMORIM, 1997). Por levar em conta a evolução, os cladogramas carregam consigo uma série de fenômenos e tentam explicar como ocorreu a história da vida no planeta.

2.2. Referenciais em ensino de ciências

Durante muito tempo, e ainda hoje, o modelo predominante no ensino de ciências foi o ensino por transmissão de conhecimentos. Nesse modelo, cabia ao professor a transmissão dos conhecimentos acumulados pela humanidade, por meio de aulas expositivas e, aos alunos a reprodução da informação recebida. Nesse contexto, o conhecimento era considerado como sendo neutro e correspondendo à verdade, tida como inquestionável (BRASIL, 1998).

² Ou seja, as partes interagem e ao mesmo tempo afetam umas as outras.

Durante as décadas de 1960 e 1970, surgiu uma das primeiras propostas para superar o modelo de ensino por transmissão, a aprendizagem por descoberta, cujos defensores se fundamentavam de forma equivocada nas teorias cognitivas de Piaget (CAMPANARIO; MOYA, 1999). A aprendizagem por descoberta enfatizava a participação ativa dos alunos na aprendizagem e a aplicação dos processos da ciência como alternativa aos métodos passivos de memorização. A ênfase dada à atividade autônoma dos estudantes chegou a levar à recusa de qualquer tipo de direcionamento por parte dos professores durante o processo de ensino-aprendizagem (CAMPANARIO; MOYA, 1999). Nesse modelo, a preocupação maior era o desenvolvimento de atividades práticas com o intuito de dar condições para o aluno vivenciar o que se acreditava ser o método científico, ou seja, a partir de observações, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las, quando fosse o caso, trabalhando de forma a redescobrir conhecimentos. Muitas vezes o método científico foi confundido com método de ensino em ciências. Esse modelo também criou nos professores a idéia de que somente com aulas práticas eram possíveis o ensino e aprendizagem de ciências (BRASIL, 1998). Dessa forma, uma das deficiências apontadas em relação à aprendizagem por descoberta é a pouca possibilidade de que uma busca às cegas resulte em algum tipo de aprendizagem significativa e, muitas vezes, é difícil diferenciar a participação ativa dos estudantes da mera manipulação (CAMPANARIO; MOYA, 1999).

Apesar de a aprendizagem por descoberta apresentar um pequeno avanço em relação ao ensino por transmissão, ambos os modelos assumem o indivíduo como uma *tabula rasa*, um “balde mental”, que deveria ser preenchido com conhecimento transmitido pelo professor, no caso do ensino por transmissão, ou pela apreensão através dos sentidos das informações disponíveis no meio, no caso da aprendizagem por descoberta. Assim os dois modelos se baseiam em concepções empiristas de conhecimento que acabam por negar o conhecimento prévio dos estudantes (SILVEIRA, 1991; ARMELLA; WALDEGG, 1998).

A partir dos anos 1980, as pesquisas em ensino de ciências começaram a dar importância às concepções alternativas dos estudantes a respeito dos fenômenos naturais. Percebeu-se que as concepções de mundo que os estudantes levavam para a escola podiam ser diferentes das concepções aceitas pela ciência e poderiam de alguma forma influenciar o aprendizado de conceitos científicos. Em vista disso, surge o modelo de mudança conceitual

(POSNER *et al*, 1982) como alternativa aos modelos de ensino até então vigentes e que consideravam os estudantes como mentes vazias que deviam ser preenchidas pelo professor.

O modelo de mudança conceitual assume que as concepções prévias dos estudantes têm importante papel na aprendizagem. Assim seria função do professor identificar as concepções prévias dos estudantes e fazer com que eles ficassem insatisfeitos com elas usando exemplos que as poriam em xeque. A partir desse momento, o professor apresentaria o novo conhecimento que o estudante poderia tomar como plausível ou não. Caso o aceite como plausível, o estudante poderia usar o novo conhecimento para explicar os fenômenos naturais de forma frutífera. Após isso tudo, o estudante passaria a entender o novo conhecimento como sendo mais útil do que suas concepções prévias.

Como foi dito, o modelo de mudança conceitual se baseia na idéia de que os estudantes possuem concepções sobre diversos fenômenos. Porém, Lawson (1988) mostrou que os estudantes por ele pesquisados não possuíam quaisquer concepções prévias sobre muitos conceitos biológicos, ao contrário do que ocorre com muitos conceitos da física.

Pesquisas em ensino de ciências (CAMPANARIO; MOYA, 1999; POZO, 1999) têm mostrado que muitas vezes, as concepções que deveriam ser substituídas permanecem intactas nos estudantes. Em outros casos, as duas concepções passam a conviver juntas e o indivíduo lança mão delas conforme o contexto em que se encontra. Um outro problema é que a aplicação constante desse modelo poderia causar inibição dos estudantes que expõem suas idéias e são em seguida questionados (GIL PEREZ *et al*, 1999a).

O modelo de mudança conceitual guarda paralelos com o modelo de revoluções científicas de Thomas Kuhn. Kuhn distingue períodos de ciência normal e períodos de ciência revolucionária. Na ciência normal, a comunidade científica trabalha com o pressuposto de que sabem como o mundo é, de acordo com o paradigma aceito para determinada área. Contudo, há momentos em que surgem anomalias, por exemplo, um problema que deveria ser resolvido pelo paradigma da comunidade científica não o é. Muitas vezes essas anomalias podem ser suprimidas, mas não por muito tempo. Assim, a ciência normal desorienta-se e não pode mais se esquivar das anomalias. Iniciam-se as investigações extraordinárias que irão conduzir a comunidade a um novo tipo de compromisso e uma nova base para a prática da ciência. Esses episódios desintegradores da tradição científica normal

são chamados de revolução científica, caracterizado por um período de ciência revolucionária (KUHN, 2003).

No modelo de mudança conceitual, o estudante é visto como um cientista revolucionário quando entra em contato com tópicos para os quais, muitas vezes, possuem concepções prévias. Nesse estágio, o professor deve tornar os alunos conscientes das concepções que possuem e, em seguida, introduzir anomalias que contradigam essas concepções. Isso criará uma certa tensão entre os estudantes, pois uma crença foi abalada sem que eles tenham uma alternativa para pôr em seu lugar. Esse seria o momento de apresentação da nova teoria pelo professor, que estaria atuando como um cientista tentando converter outros ao novo paradigma (ZYLBERSZTAJN, 1991).

Por outro lado, Nussbaum (1989), em suas pesquisas, verificou que não houve mudança conceitual revolucionária no sentido de que as concepções dos estudantes eram substituídas de uma vez, mas que os conceitos globais eram modificados após graduais substituições de conceitos particulares, representando um paralelo com a epistemologia de Toulmin. Dessa forma, concepções novas e aceitas pela ciência podem conviver com as concepções antigas, incorretas. Nussbaum (1989) conclui afirmando que o processo de mudança conceitual é evolutivo e não revolucionário. Assim, os estudantes deveriam ser expostos às idéias científicas o mais cedo possível para permitir tempo suficiente para incubação dessas idéias.

Para Marton (1981), as pessoas podem possuir diferentes concepções a respeito do mundo e cada uma dessas concepções constitui uma categoria de descrição. O conjunto dessas categorias de descrição forma um intelecto coletivo. O conjunto de categorias pode ser um instrumento para descrever, de forma geral, como as pessoas pensam em situações concretas. Uma pessoa pode, freqüentemente, deslocar-se de uma categoria de descrição para outra e, dessa forma, o objetivo da educação em ciências seria o de aumentar a capacidade dos estudantes em distinguir entre concepções apropriadas para cada contexto específico e não o de mudar as concepções já existentes entre os estudantes (LINDER, 1993).

Mortimer (1996), apoiando-se nas premissas de que as pessoas têm possibilidade de utilizar diferentes formas de pensar em diferentes contextos e que a

construção de novas idéias, em algumas situações, pode ocorrer independentemente das concepções prévias, desenvolve a noção de perfil conceitual (MORTIMER, 2000).

A noção de perfil conceitual supõe que as idéias dos estudantes não são substituídas durante o processo de ensino e aprendizagem, mas que as novas idéias são incorporadas e passam a conviver com as idéias anteriores e cada uma delas pode ser empregada em um contexto conveniente (MORTIMER, 1996). Por exemplo, em seu cotidiano, as pessoas podem usar blusas de lã porque elas são “quentes”. Segundo Mortimer (2000), não existe nada de errado nisso. Uma pessoa pode distinguir o modo como o senso comum vê o mundo e a forma como o mundo é de acordo com a ciência e isso permitiria seu trânsito nos dois mundos.

Portanto, a aprendizagem de ciências em sala de aula seria a mudança do perfil conceitual do estudante para outro que incluiria tanto os novos conhecimentos como os antigos. Também é importante fazer com que o estudante tome consciência de seu perfil. De acordo com Mortimer, o que diferencia um cientista de um estudante é que o primeiro tem consciência de seu perfil conceitual e usa cada noção em um contexto apropriado. Mesmo que os estudantes tenham passado por uma educação científica, se não tomarem consciência de seu perfil conceitual, poderão recorrer ao conceito anterior que é mais familiar e pode ser usado com segurança em uma situação nova (MORTIMER 2000).

O perfil epistemológico difere de uma pessoa para outra e é influenciado por suas diversas experiências e pelas suas raízes culturais. A noção de perfil conceitual é dependente do contexto, pois é influenciada pelas experiências de cada indivíduo, e dependente do conteúdo, pois para cada conceito particular existe um perfil diferente, mas as categorias que caracterizam o perfil são as mesmas, independentemente da cultura.

O ensino por pesquisa é uma resposta ao abismo entre as situações de ensino e aprendizagem e o modo como o conhecimento científico é construído. Nesse modelo, parte-se da metáfora de “cientista novato” o qual pode alcançar, em um tempo relativamente curto, um grau elevado de conhecimentos em sua área de atuação. Isso porque o cientista se integra a um grupo onde inicia pequenas pesquisas e aborda problemas em que seus supervisores já são experts (CAMPANARIO; MOYA, 1999). Da mesma forma, os alunos atuariam como cientistas novatos em um grupo de pesquisa onde o professor seria o “expert” a dirigir os

trabalhos. Assim, seria interessante planejar a aula como uma pesquisa dirigida a situações problemáticas de interesse, orientada pelo professor (GIL-PEREZ *et al*, 1999b). Uma das possíveis estratégias, mas de forma alguma uma receita, para essa abordagem seria:

- O professor planejaria situações que gerassem interesse nos alunos e lhes proporcionassem uma idéia preliminar da tarefa.
- Os alunos trabalhariam em grupo e estudariam qualitativamente as situações problema planejadas, com ajuda de bibliografia, e começariam a delimitar o problema e explicitar suas idéias.
- Os alunos emitiriam hipótese, explicitariam suas idéias prévias e elaborariam estratégias para a resolução, análise e comparação dos seus resultados com obtidos por outros grupos de alunos. Esta seria a ocasião do conflito cognitivo entre concepções diferentes o qual levaria a replanejar o problema e emitir novas hipóteses.
- Os novos conhecimentos seriam aplicados à novas situações para serem aprofundados. Este seria o momento de explicitar as relações CTSA.

Nesse modelo, a mudança conceitual deixa de ser o objetivo que agora se desloca para a resolução de um problema determinado. Os problemas planejados podem ser abordados com os conhecimentos que os estudantes já possuem e, de forma tentativa, com novas idéias que eles constroem ao longo do processo. Durante esse processo, a mudança conceitual pode ocorrer como um resultado a mais, mas, mesmo nesse caso, pode haver permanência do conhecimento prévio de uso cotidiano. Nesse contexto a mudança conceitual tem um caráter instrumental, pois será usada para resolver o problema (GIL-PEREZ *et al*, 1999b).

No modelo de ensino por pesquisa, há diminuição da quantidade de conteúdos conceituais em favor de maior ênfase nos aspectos metodológicos, ao estudo da natureza e construção do conhecimento científico e às relações CTSA. Nesse sentido, a aprendizagem não é vista como uma simples mudança conceitual, mas também uma mudança metodológica que permite aos estudantes participar da reconstrução do conhecimento científico e favorece uma aprendizagem mais significativa e eficiente (GIL-PEREZ *et al*, 1999b). As estratégias de ensino por pesquisa devem ser acompanhadas por atividades de

síntese com a elaboração de produtos, como relatórios e mapas conceituais, que podem dar origem a outros problemas (CAMPANARIO; MOYA, 1999).

As estratégias usadas em aula devem mostrar uma visão correta do trabalho científico. Dessa forma, é importante não separar aspectos do trabalho científico como as teorias, as práticas de laboratório e a resolução de problemas, pois isso pode ser um obstáculo para o aprendizado das ciências porque o aluno pode entender que essas atividades não estão relacionadas de forma nenhuma. Na verdade, essas atividades são convergentes, e vão na direção a proposta de ensino por pesquisa dirigida (GIL-PEREZ *et al*, 1999a). Tal convergência rompe com a separação de atividades em sala de aula que estão imbricadas na pesquisa científica.

Uma das dificuldades do ensino por pesquisa está relacionada com a capacidade investigativa dos estudantes. Isso faz com que, muitas vezes, o professor tenha que planejar situações problema simplificadas e antecipar muitas dificuldades que podem surgir durante o desenvolvimento da aula. Outro problema é que o ensino por pesquisa exige muito tempo e sacrifica parte dos conteúdos. Como ocorre com outros enfoques inovadores, é possível que os alunos não estejam dispostos a abandonar a forma passiva a que já estão acostumados, pois, muitas vezes, é mais cômodo para eles receber explicações do professor ou talvez não achem os problemas propostos tão interessantes. Assim, o ensino por pesquisa também não é uma receita pronta para o ensino de ciências, mas elimina soluções derivadas de concepções simplistas sobre o ensino (CAMPANARIO; MOYA, 1999).

2.3. Nada em biologia faz sentido exceto sob a luz da evolução

O título dessa seção é o título dado por Dobzhansky (1973) a um artigo sobre a importância da evolução como uma teoria unificadora para a biologia, teoria que explica tanto a diversidade como a unidade das formas de vida no planeta. Nesse artigo, Dobzhansky (1973) mostra como fenômenos aparentemente sem sentido podem ser explicadas de um ponto de vista evolutivo. Por exemplo, como diferentes espécies foram selecionadas devido a variedade de nichos disponíveis no planeta.

Nos Estados Unidos, a Academia Nacional de Ciências (NAS, 1998) defende o ensino de evolução como tema organizador em biologia ao invés de tratá-lo como um tema separado e destaca também a importância de ensinar sobre a natureza da ciência. As recomendações da Academia Nacional de Ciências (NAS, 1998) se baseiam no entendimento de que o currículo em ensino de ciências deve ser baseado em paradigmas científicos. Paradigmas científicos são teorias que unem um campo científico, tal como a evolução por seleção natural em biologia. Apesar das recomendações da Academia Nacional de Ciências, sua implementação foi muito limitada (ALLES, 2001).

No Brasil, a Proposta Curricular para o Ensino de Biologia do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1992), já defendia o uso da evolução como princípio unificador dos conteúdos em biologia. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) sugerem a articulação dos conteúdos em biologia tendo como eixo principal a ecologia e a evolução (BRASIL, 1999). Apesar disso, o ensino de evolução é abordado de forma separada no último ano do ensino médio por professores que possuem concepções lamarckistas³ sobre o processo evolutivo (TIDON; LEWONTIN, 2004).

2.3.1. Algumas pesquisas sobre ensino de evolução

Uma das primeiras pesquisas sobre concepções de estudantes em relação à evolução foi realizada por Deadman e Kelly (1978). Em suas pesquisas, esses autores

³ A maior parte das pesquisas toma por concepções lamarckistas a ausência de discursos sobre variabilidade, adaptação e da seleção natural pelos pesquisados. Assim, a maioria dos discursos entende a evolução como um fenômeno consciente e direcionado para a perfeição. Essa justificativa se faz pertinente já que o próprio Darwin tinha algumas concepções lamarckistas sobre o processo evolutivo.

mostraram que os estudantes possuíam concepções sobre conceitos evolutivos mesmo antes de os aprenderem formalmente na escola.

Brumby (1984), realizou pesquisa sobre concepções de evolução de estudantes de medicina australianos. Nesse trabalho, mostrou que a maior parte deles tem concepções lamarckistas sobre o assunto. Por exemplo, a maior parte dos seus entrevistados afirmou que a resistência das bactérias aos antibióticos era devida a uma necessidade das bactérias em se adaptar ao meio, poucos explicaram o fenômeno dizendo que os antibióticos selecionavam linhagens de bactérias resistentes. Muitos dos estudantes pesquisados também tinham a idéia de que caracteres adquiridos na vida do adulto eram transmitidos à descendência, como afirmar que crianças brancas herdariam o bronzeamento dos pais adquirido durante sua vida na África. Os resultados são mais interessantes ao lembrarmos que os sujeitos da pesquisa deveriam possuir uma cultura científica mais refinada.

Clough e colaboradores (1987), tentando avaliar como os conceitos científicos dos estudantes mudam com o tempo, entrevistaram um grupo de estudantes de 12 anos e outro de 14, os quais foram entrevistados novamente após dois anos. Seus dados mostraram que poucos estudantes davam uma explicação darwinista para o conceito de adaptação, explicando-a como uma resposta, consciente ou não, à necessidade. Seus resultados mostraram que as concepções cotidianas são resistentes à mudança e não se alteram mesmo com um período de instrução formal.

Bishop e Anderson (1990) mostraram que mais da metade dos estudantes de ensino médio de sua amostra tinha concepções erradas a respeito da evolução. Os estudantes entrevistados acreditavam que o ambiente forçava a mudança de caracteres dos seres vivos e que essas mudanças eram transmitidas aos descendentes. Mesmo os estudantes que rejeitavam explicitamente o lamarckismo e declaravam-se darwinistas não forneciam explicações satisfatórias para o processo evolutivo. Um dos problemas apontados pelos autores era o de que os estudantes não percebiam que a evolução era um processo em duas etapas: uma responsável pelo aparecimento de novas características (mutação) e um outro que as conservaria (seleção natural). Muitas vezes a variação dentro de uma população não era vista como sendo importante.

Muitos termos usados no contexto evolutivo, como adaptação e aptidão (*fitness*), têm um significado diferente na linguagem cotidiana e isso, segundo Bishop e Anderson (1990), poderia dificultar o entendimento do processo evolutivo. Colaboraria para esse problema o fato de que os meios de popularização da ciência, como livros e revistas de divulgação, no intuito de simplificar os conceitos para o público leigo, usa termos que reforçam as concepções erradas.

Os autores (BISHOP; ANDERSON, 1990) concluem o trabalho afirmando que os métodos instrucionais usados em sua amostra não foram efetivos e argumentam que, se sua amostra fosse representativa da população, o debate entre criacionistas e evolucionistas seria o debate entre dois tipos de fé, pois ambos os grupos possuiriam pessoas com pouco entendimento da evolução. Assim, muitos dos estudantes de sua pesquisa aceitavam o darwinismo mais por conta do prestígio e poder da ciência do que por realmente ter entendido seus conceitos e teorias.

Em uma pesquisa com estudantes universitários de um curso introdutório de biologia, Greene (1990) verificou que, após estudarem evolução, somente 3% deles tinham um entendimento correto da seleção natural e que 43% entendiam parcialmente esse conceito. Nessa pesquisa, o autor pode verificar a semelhança entre a lógica dos estudantes e a lógica de pensadores do passado, principalmente Lamarck. Greene conclui afirmando que a evolução pode ser um tópico interessante para que os estudantes tomem consciência de suas concepções erradas e comecem a repensar suas suposições. Afirma, ainda, que a evolução deveria ser integrada com tópicos relacionados como reprodução sexuada e meiose, por exemplo.

Bizzo (1994) analisa a visão de evolucionistas como Ernst Mayr, Emanuel Radl e Richard Dawkins, entre outros, e conclui que muitos desses autores, durante a transposição do conhecimento evolutivo para o público leigo, reinterpretam o pensamento original de Darwin e o enriquecem com novos conceitos, muitas vezes bem diferentes do pensamento darwinista original. Ainda nesse estudo, constatou que os estudantes, de diferentes níveis socioeconômicos, entendiam muito pouco de evolução e ressaltou o desenvolvimento de novas estratégias para o ensino. Também apontou que os estudantes identificavam o homem como referência central na evolução e que a adaptação é um processo de ajustamento do indivíduo ao meio.

Demastes *et al* (1995) replicaram os trabalhos de Bishop e Anderson (1990), mas utilizaram um grupo controle. Duas turmas receberam um ensino tradicional enquanto outras duas receberam um ensino pautado no modelo de mudança conceitual. A análise dos resultados mostrou que não havia correlação com o entendimento dos conceitos evolutivos com o uso do modelo de mudança conceitual. Demastes *et al* (1995) afirmam que um dos obstáculos para o aprendizado de conceitos científicos foi a passividade dos estudantes já que um dos aspectos centrais para que haja mudança conceitual é a oportunidade de interação dos estudantes entre si e com os professores.

Muitas dessas pesquisas usaram o modelo de mudança conceitual proposto por Posner *et al* (1982). Mesmo assim muitas delas mostraram que o entendimento dos estudantes a respeito da evolução não melhora muito após o ensino. Algumas estratégias diferenciadas planejadas para o ensino de evolução obtiveram um melhor resultado.

Em um estudo utilizando o material didático *Evolution of Life on Earth*, desenvolvido pelo *Biological Science Curriculum Study* (BSCS), Settlage (1994) realizou uma pesquisa com estudantes do ensino médio aos quais foram aplicados pré-testes e pós-testes. As respostas dos estudantes foram agrupadas em categorias como necessidade, uso, variação, etc. A maior parte dos estudantes que se encaixava nas categorias necessidade e uso no pré-teste, mudaram para a categoria variação no pós-teste.

Zuzovsky (1994) relata os resultados de um curso ministrado para estudantes de biologia que já eram professores. A pesquisadora mostrou que havia uma grande semelhança entre as explicações dadas pelos estudantes professores com as das crianças entrevistadas por eles durante uma das atividades do curso. Em ambos os relatos, prevaleceram idéias lamarckistas a respeito da evolução. Os participantes do curso concluíram que a mudança de crenças e valores seria muito mais complexa do que o proposto pelo modelo de mudança conceitual.

Duveen e Solomon (1994) utilizaram RPG (role-play game) como estratégia para o ensino de evolução. Os autores tentaram destacar a influência social e cultural nos trabalhos dos cientistas. No caso das teorias de Darwin, foram reinterpretadas sobre a alcunha de darwinismo social o qual foi uma justificativa para as ações nazistas. Na simulação, o livro *Origem das espécies* é posto em julgamento por blasfêmia. Alguns alunos interpretaram

personagens como Thomas Huxley, Charles Darwin, o capitão Fitzroy e o bispo Wilberforce e alguns personagens fictícios. Os alunos recebiam informações sobre o comportamento, caráter, e a atitude de seu personagem em relação ao darwinismo. Segundo os autores do trabalho, a utilização desse tipo de estratégia poderia ser eficiente em mostrar a natureza da ciência como o fato de que os cientistas podem defender teorias sobre as quais não têm muitas certezas e como o meio social e cultural podem influenciar a forma pela qual explicam um fenômeno. Apesar de relatar a estratégia como bem sucedida, os pesquisadores não avaliaram a aprendizagem decorrente dela.

Jensen e Finley (1995) utilizaram a estratégia de mudança conceitual em conjunto com o uso da história da ciência a fim de permitir um melhor entendimento da teoria evolutiva pelos estudantes. Assim, os autores propuseram recapitulações de situações conflituosas do passado, em atividades didáticas, com o intuito de criar conflitos cognitivos. Para que houvesse conflito cognitivo, os estudantes deveriam conhecer suas explicações e deveriam se sentir insatisfeitos com elas. Dessa forma, os pesquisadores expuseram inicialmente as idéias de Lamarck sobre evolução para que os estudantes se identificassem com elas. Em seguida, criaram situações nas quais o pensamento lamarckista não era suficiente para responder aos problemas de modo a causar desequilíbrio cognitivo como pressuposto pelo modelo de mudança conceitual. Na etapa seguinte, a teoria evolutiva foi abordada de acordo com os pressupostos darwinistas. Posteriormente, os estudantes responderam questões que envolveram as duas perspectivas. Os autores notaram o aumento da habilidade dos estudantes em responder questões sobre evolução após a intervenção. Segundo os pesquisadores, se o ensino de evolução recapitular os eventos da teoria de evolução de Darwin, de forma a encontrar condições para a mudança conceitual, os estudantes substituiriam suas concepções iniciais por concepções darwinistas. Os autores concluem afirmando que o uso da história das ciências no ensino de evolução pode ser promissor.

No intuito de descobrir como os estudantes entendem a evolução, Anderson *et al.* (2002) desenvolveram um inventário (CINS – Conceptual Inventory of Natural Selection) compreendendo testes de múltipla escolha que empregava os conceitos científicos e as concepções alternativas mais comuns sobre evolução. O uso desse material, nos primeiros dias de aula, poderia ser útil no diagnóstico de concepções prévias dos estudantes e dar orientações para o preparo de aulas (TIDON; LEWONTIN, 2004).

Rudolph e Stewart (1998) apontam que as dificuldades dos estudantes seriam melhor compreendidas se fossem comparadas com a resistência da comunidade científica em aceitar as teorias de Darwin. Segundo eles, os aspectos metafísicos e metodológicos do trabalho de Darwin poderiam explicar a resistência encontrada na comunidade de seu tempo. No primeiro caso, a explicação inteiramente naturalista para a origem das espécies elimina o agente divino, o que era contrário ao pensamento da época quando predominavam o essencialismo e a teleologia. Em relação ao segundo aspecto, a concepção de ciência estava ligada ao paradigma newtoniano, que valorizava as generalizações que podiam ser demonstradas empiricamente, ou aquelas cujas previsões poderiam ser checadas.

Cobern (1994b) afirma que os conceitos sobre evolução podem ser incompatíveis com a visão de mundo dos estudantes e, dessa forma, haveria uma grande resistência em sua aceitação, ainda que pudessem ser capazes de entender os conceitos científicos para aplicá-los em contextos específicos, como exames escolares. Também destaca uma reconsideração no ensino de evolução no sentido de que os estudantes podem entender a evolução mas não apreendê-la, ou seja, podem falar sobre a evolução sem que necessariamente substituam sua visão de mundo. De fato, o bom entendimento dos conceitos evolutivos não garante que ela será aceita pelos estudantes, da mesma forma que muitos a aceitam sem a entenderem, devido ao prestígio e poder da ciência (BISHOP; ANDERSON, 1990).

Em resumo, os estudantes apresentam idéias prévias sobre os conceitos relativos à evolução biológica. Muitas pesquisas abordaram o ensino de evolução utilizando o modelo de mudança conceitual sendo que nem todas obtiveram resultados satisfatórios. Aquelas pesquisas que incluíram atividades diferenciadas, como o uso de história da ciência e RPG, obtiveram resultado melhor, o que indica a validade do desenvolvimento de novas estratégias de ensino. Porém, mesmo nos casos onde houve entendimento dos conceitos evolutivos, não significa que eles substituíram as concepções prévias dos estudantes, pois estas são muito resistentes à mudança. Um dos fatores para que isso ocorra parece ser a linguagem, já que os termos usados na teoria evolutiva têm significados diferentes na vida cotidiana. Da mesma forma, os meios de divulgação científica e professores podem reforçar o uso incorreto dos termos ao tentar simplificar conceitos. Um outro ponto a destacar é que as visões de mundo dos estudantes podem ser incompatíveis com os modelos científicos que

estão aprendendo. Assim, mesmo entendendo os conceitos do aprendizado, podem não substituir sua visão de mundo.

A maior parte das pesquisas, senão todas, que vêm sendo realizadas em evolução dão grande ênfase ao processo evolutivo, ou seja, são destacados os mecanismos que explicam as mudanças. Segundo Amorim (no prelo), uma das maiores contribuições do pensamento darwinista foi a representação da “*história da diversidade conectando as espécies atuais, em diferentes níveis, em uma grande unidade*”, ou seja, a existência de uma filogenia. Talvez a ênfase no processo se deva ao fato da filogenia ser um dos conceitos evolutivos mais abstratos, “*pois a conexão entre espécies pertence ao passado e não pode ser observada diretamente*” (AMORIM, manuscrito não publicado). Talvez o fato de a filogenia ligar os seres humanos com o restante do mundo vivo também seja motivo de cautela. Amorim sugere ainda que, em vista da importância da filogenia no pensamento de Darwin-Wallace, ela devesse ser chamada de teoria evolutivo-filogenética, para diferir de outras teorias evolutivas, como a lamarckista.

Uma forma de sanar essa lacuna seria o estudo de evolução através de um enfoque filogenético. Por isso, a sistemática filogenética se constitui em uma ferramenta possível de ser usada para a análise do padrão evolutivo, de como os seres vivos se conectam ao longo de sua história.

2.4. A sistemática

A sistemática é a ciência da biodiversidade. É a base de toda a biologia e de como a biodiversidade se organiza (MALLET; WILMOTT, 2003). Dessa forma, são problemas da sistemática “(1) procurar descrever a biodiversidade; (2) tentar encontrar algum tipo de ordem existente (se houver alguma) subjacente à diversidade e; (3) compreender os processos que são responsáveis pela geração dessa diversidade (...) (4) apresentar um sistema geral de referência sobre a diversidade biológica” (AMORIM, 1997, p. 3). Assim, a sistemática não está só restrita à mera descrição de espécies, mas também procura buscar ordem e relações entre os seres vivos, o que foi possível com a teoria da evolução no século XIX, mas que não afetou as classificações até então existentes. Isso só começou a ocorrer com os trabalhos de Willi Hennig na metade do século XX.

Mesmo com as mudanças introduzidas dentro da sistemática, a classificação de animais e plantas ainda é ensinada nas escolas de educação básica e utilizada por muitos profissionais de diversas áreas que lidam com a biodiversidade (AMORIM, 1997).

Nesta seção, serão abordados alguns aspectos da história da sistemática e sua utilização na educação básica.

2.4.1. Brevíssima história da sistemática

Antes da publicação de “Origem das espécies” de Charles Darwin, a sistemática estava limitada a descrever e dar nomes a animais e plantas e era fortemente influenciada pelo essencialismo aristotélico. O pensamento essencialista vê as variações individuais das espécies como sendo acidentes da matéria. Para o essencialismo existe uma forma natural, um tipo verdadeiro e as variações individuais representam desvios acidentais causados pela influência do ambiente. Na ausência de influências externas atuando, as espécies permaneceriam as mesmas para sempre porque o tipo permanece fixo ao longo do tempo (O'HARA, 1998). Os Táxons eram definidos com base em uns poucos caracteres essenciais. Porém havia exceções: O naturalista George Louis Leclerq, Conde de Buffon (1707 - 1788), no seu *Histoire Naturelle*, sugere que as características morfológicas comuns, reveladas pela anatomia comparada, eram a expressão das relações de parentesco (HULL, 1988). Lamarck (1744 - 1829), em seu livro *Philosophie Zoologique*, de 1809, foi mais explícito sobre suas

teorias de evolução e sua conexão com a sistemática, porém, mesmo assim, poucos naturalistas aceitaram a evolução como explicação para a diversidade biológica.

Foi Lineu (Carolous Linnaeus) (1707-1778) quem deu origem formal à sistemática, através do seu sistema binominal de nomenclatura. Esse sistema de classificação foi publicado nas primeiras edições de *Species Plantarum* (1753) e na décima edição de *Systema Naturae* (1758). O sistema de Lineu se tornou tão necessário que até hoje vem sendo utilizado. Para embasar sua classificação, Lineu tinha três suposições teóricas: o criacionismo, o essencialismo e a crença de que o gênero era a categoria mais importante por desempenhar a função de reprodução e essa função era responsável pela existência de gêneros e espécies (ERESHEFSKY, 1997). Para Lineu, o zoólogo poderia reconhecer todas as espécies de animais. Isso porque para ele não existiriam mais que alguns milhares de espécies que foram colocadas na Terra pelo Criador e, além disso, eram imutáveis (DUPRÉ, 2002). Hoje as categorias taxonômicas de Lineu são insuficientes para comportar toda a diversidade conhecida e os taxonomistas modernos criam novas categorias para poder organizar a biodiversidade.

Após a publicação de “*Origem das espécies*”, muitos sistematas passaram a estudar filogenias. A árvore da vida de Haeckel⁴, de 1866, (**figura 2**) é um ótimo exemplo dos resultados desse interesse. Porém todo esse conhecimento era construído com base na experiência e observação do especialista. Não havia um método para inferir filogenias. Além disso, a maioria dos biólogos estava de tal forma preocupada com problemas de espécie, especiação e variações geográficas, que o estudo de filogenia ficou relegado ao segundo plano. Foi o botânico alemão Walter Zimmerman que, na primeira metade do século XX, apresentou uma discussão clara sobre filogenia e defendeu fortemente as classificações filogenéticas (DONOUGH; KADEREIT, 1992). Na década de 1950, mesmo fazendo muitos elogios ao estudo de filogenias, muitos taxonomistas vegetais eram céticos a respeito dos sistematas serem realmente capazes de reconstruir filogenias. Estas eram ainda produzidas por uma autoridade em um dado grupo de seres vivos, sem a utilização de nenhum método explícito. Assim, poucos sistematas levavam esses esforços a sério.

⁴ Foi Haeckel quem cunhou o termo filogenia.

Nas décadas de 1950 e 1960, dois grupos de pesquisa surgiram e cada um tratou a falta de rigor nos estudos filogenéticos, mas de modo diferente. Ambos os grupos procuravam trazer metodologias explícitas e objetivas para a sistemática. Um grupo, os Taxonomistas Numéricos, afirmava que seria impossível reconhecer as filogenias e utilizavam a similaridade geral como critério de classificação. O primeiro livro deste grupo foi *The Principles of Numerical Taxonomy*, escrito por R. Sokal e P. Sneath em 1950.

O outro grupo de pesquisa seguiu as linhas que Walter Zimmerman e outros filogeneticistas tinham começado a desenvolver. Estes sistematas tinham a convicção de que a filogenia deveria ser o princípio organizador central em sistemática, e buscavam metodologias objetivas e confiáveis para inferir filogenias. Um dos autores mais influentes a desenvolver tais metodologias foi Willi Hennig (1950) no *Grundzüge einer Theorie der Phylogenetischen Systematik*. Como seu livro foi escrito em alemão e só foi traduzido para o inglês em 1966 (como *Phylogenetics Systematics*), suas idéias demoraram a ser difundidas pelo mundo (HULL, 2001).

Inicialmente, os Taxonomistas Numéricos ficaram impressionados com o trabalho de Hennig. Embora discordassem sobre a importância que ele deu à filogenia, eles concordavam sobre a necessidade de metodologias explícitas e objetivas em sistemáticas.

Pessoas que concordavam com Hennig em que a filogenia deveria ser central para sistemática, que filogenias poderiam ser construídas a partir de comparação com espécies existentes e que as classificações deveriam ser baseadas diretamente na filogenia foram chamados por Ernst Mayr de Cladistas (*clados* = ramo). Da mesma forma, os taxonomistas numéricos foram chamados, por Mayr, de feneticistas (*fenos* = aparência) por se preocuparem com similaridades gerais entre as espécies (HULL, 2001).

Alguns sistematas da escola tradicional de sistemática, algumas vezes chamada de sistemática evolutiva, principalmente paleontólogos como George Gaylord Simpson, continuaram a abraçar a importância da filogenia sem aceitar as novas metodologias e teorias de classificação propostas por Hennig.

Os dois novos grupos contestavam visões autoritárias dentro da sistemática e defendiam metodologias explícitas e objetivas para substituir a autoridade como critério de

decisão. Entretanto, um desses grupos (cladistas) defendia a posição central da filogenia em sistemática, enquanto o outro grupo (taxonomistas numéricos) argumentava que a filogenia nunca seria conhecida e, portanto, defendiam a similaridade como critério para fazer classificações (MAYR, 1988; HULL, 2001).

Os taxonomistas numéricos foram os primeiros a romper com a sistemática estabelecida, mas a insistência na necessidade de métodos matemáticos rigorosos na sistemática não recebeu aceitação imediata. Muitos dos primeiros artigos submetidos por taxonomistas numéricos foram rejeitados, sem revisão, pelo principal jornal em sistemática, o “*Systematic Zoology*”, porque a editora, Libbie Henrietta Hyman, considerava-os inapropriados e “muito matemáticos” (HULL, 1988).

Taxonomistas numéricos continuaram a ter problemas com Hyman, e apelaram a G. G. Simpson, o presidente eleito da *Society of Systematic Zoology*, para ajudá-los. Embora Simpson fosse um forte representante da sistemática tradicional e advogasse a importância da filogenia, ele tinha também co-autoria (com sua esposa) em um dos primeiros livros sobre métodos quantitativos em biologia (HULL, 1988, 2001). Portanto, ele tinha pouca simpatia pela relutância de Hyman em publicar artigos matemáticos e, quando ele se tornou presidente, substituiu-a por George Byers, um entomologista da Universidade de Kansas (então o centro da taxonomia numérica). As páginas de *Systematic Zoology* foram assim abertas para um dos mais vigorosos, e ao mesmo tempo violentos, confrontos da biologia moderna (HULL, 1988, 2001).

Outro grupo de sistematas também apareceu na década de 1960: biólogos moleculares que nunca estiveram envolvidos diretamente nos debates sobre filosofia sistemática, mas estavam interessados em inferir filogenias utilizando seus dados moleculares. Para eles, a filogenia era a chave para entender não somente a história evolutiva dos táxons, mas também os detalhes da evolução dos genes. Era óbvio, portanto, que técnicas quantitativas e inferência filogenética eram partes críticas da sistemática, embora muitos sistematas moleculares tivessem pouco interesse na conexão entre filogenia e classificação ou apreciassem o desenvolvimento de uma teoria da sistemática (HULL, 1988).

Na década de 1980, embora as batalhas continuassem a ser disputadas entre os vários grupos de pesquisa ou seus remanescentes, os velhos rótulos começaram ficar sem

sentido. Se por cladista tinha-se em vista um sistemata que considerava a inferência da filogenia como de grande importância, acreditava que classificações deveriam ser baseadas diretamente nas filogenias inferidas e tinha adotado pelo menos alguma terminologia cladística, então a vasta maioria dos sistematas era cladista. Por outro lado, praticamente todos os sistematas na década de 1980 julgavam o uso de computadores e técnicas quantitativas essenciais para seu trabalho. Nesse sentido, taxonomistas numéricos tiveram sucesso. Se forem usadas definições mais restritivas, tais como requerer que somente a metodologia original de Hennig seja usada para ser chamado um cladista, ou que classificações sejam baseadas estritamente em similaridades para ser chamado feneticista, então os dois grupos mudaram muito nas últimas décadas (HULL, 1988).

Para aumentar a confusão, um subgrupo de cladistas chamado cladistas de padrão (“*pattern cladists*”) ergueu-se durante a década de 1980. Os cladistas de padrão rejeitam qualquer suposição sobre evolução durante a construção dos cladogramas. Afirmam que a busca por hierarquias deve ser o objetivo da sistemática (LEE, 2002).

2.4.2. A metáfora da árvore e outras metáforas

A única figura (**figura 1**) que aparece no livro “*Origem das espécies*” de Charles Darwin é uma árvore filogenética mostrando as relações de parentesco entre espécies e seu aumento numérico ao longo do tempo. Daí pode-se concluir a importância desse tipo de representação na biologia. Antes de Darwin, porém, havia outros tipos de representações da história da vida.

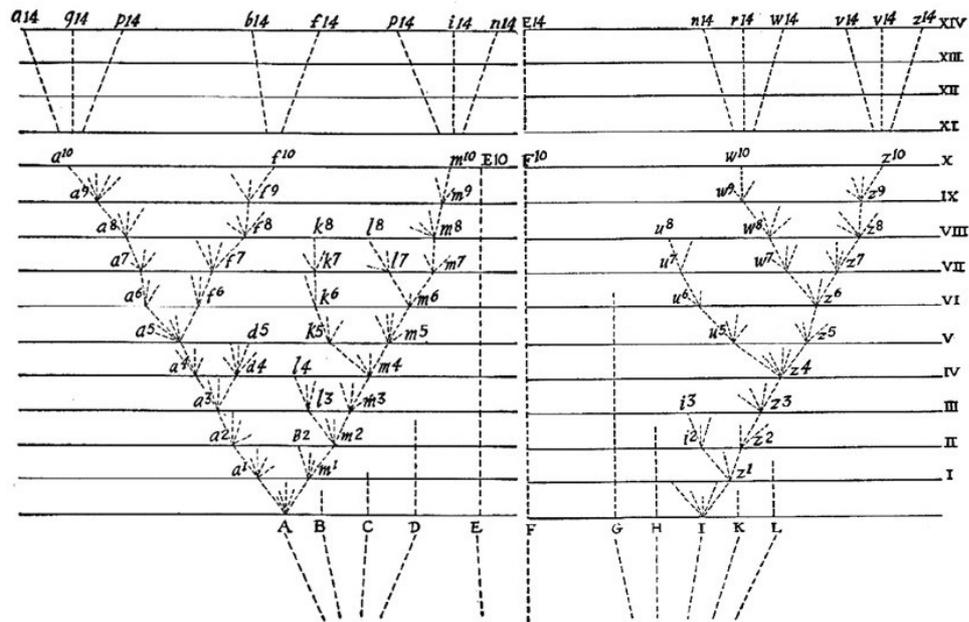


Figura 1. Árvore filogenética presente no livro “Origem das Espécies” de Charles Darwin.

Aristóteles (384-322 a.C.) dispunha os seres vivos em ordem linear e decrescente de perfeição, dentro de uma mesma cadeia de perfeição, a *scala naturae*. Para ele, natureza passava dos objetos inanimados, por meio das plantas até os animais, numa seqüência ininterrupta. O mundo de Aristóteles era estático e essa ordenação não implicava qualquer relação evolutiva entre os seres vivos. Era muito mais uma forma prática de organizar o mundo vivo. A *scala naturae* também foi utilizada por naturalistas que, como Lineu (1707 – 1778), eram fixistas e a viam apenas como uma forma de ordenar os seres vivos, sem qualquer conotação evolutiva. Durante muito tempo, a escala da perfeição parecia ser o único esquema concebível para trazer uma ordem à diversidade. Para muitos ela mostrava uma seqüência contínua, do mais imperfeito átomo da matéria, passando pelas plantas, animais inferiores, animais superiores até chegar ao homem (e idealmente, por meio dos anjos, até Deus).

Leibniz (1646 – 1716) foi um dos grandes divulgadores da *scala naturae* no século XVIII. Para ele todos os seres podiam ser arranjados em ordem de perfeição crescente. Associado à *scala naturae*, “princípio da plenitude” também era destacado. Esse princípio afirma que Deus criou todas as coisas possíveis de forma que não existem lacunas na *scala naturae*. Da mesma forma, todos os seres foram criados perfeitos e, por isso, não poderia haver um movimento em direção a maior perfeição. Qualquer mudança seria uma deterioração. Mesmo assim, Leibniz abriu as portas para o pensamento evolutivo, pois da

filosofia natural faziam parte os conceitos de continuidade e gradualismo: “*Tudo na natureza avança gradualmente, e não faz saltos, e essa regra controladora das mudanças faz parte da minha lei da continuidade*” (LEIBNIZ, 1712, citado por MAYR, 1998, p. 366).

Lamarck também adotou a *scala naturae*, com uma visão evolutiva, em seus trabalhos. Porém, para Lamarck, não havia continuidade entre os reinos da natureza e a matéria bruta, apesar de ter postulado a origem dos seres vivos por geração espontânea. Para ele, os seres vivos eram divididos em dois reinos, os animais e os vegetais. Lamarck organizava os grandes grupos naturais de seres vivos, as massas, em ordem linear de perfeição. Contudo, as extremidades da escala teriam uma aparência ramificada devido às “*variações das circunstâncias e dos hábitos adquiridos*” (MARTINS, 1997, p. 42). Essas ramificações de Lamarck já eram incompatíveis com a idéia da *scala naturae*.

Para Lamarck, a seqüência de seres vivos na *scala naturae* representava a ordem em que eles surgiram na natureza. Lamarck, assim como muitos de sua época, era adepto da abiogênese e, para ele, os organismos se originavam por geração espontânea no início da escala animal ou vegetal. A geração espontânea explicaria a origem constante de novas espécies. A explicação da origem da vida por meios unicamente naturais foi um dos méritos de Lamarck. Basta dizer que Charles Darwin não se deteve nessa discussão (MARTINS, 1994).

Conforme aumentava o conhecimento sobre a natureza, a idéia de escala de perfeição se desintegrava. Isso foi reforçado quando Cuvier afirmou existirem somente quatro filos distintos de animais, sem qualquer ligação entre eles. Esse fato abriu caminho para as classificações evolutivas (MAYR, 1998).

Como mostram Kawasaki e El-Hani (2002), a *scala naturae* é a forma como são organizados os conteúdos relativos aos seres vivos nos livros didáticos de biologia. Como os seres vivos são ordenados a partir dos menos complexos aos mais complexos, esse tipo de organização favorece uma visão de progresso e aperfeiçoamento evolutivos dos organismos e não mostra uma relação evolutiva mais próxima do que é aceito atualmente pela sistemática.

A partir da “origem das espécies” a metáfora da escada foi substituída pela de árvore.

Ernst Haeckel, no seu *Generelle Morphologie der Organismen*, de 1866, mostra uma das primeiras árvores filogenéticas publicadas (**Figura 2**) e que sofreu várias modificações durante a sua vida. A árvore, muito presente em livros de biologia, é um ícone para a diversidade, mas incorre no mesmo erro de passar a idéia de progresso (GOULD, 1997). O tronco da árvore corresponderia ao tempo e os ramos à diversidade. A idéia de progresso é inevitável, pois os seres “superiores” são colocados no alto da árvore, o local indicador de maior desenvolvimento.

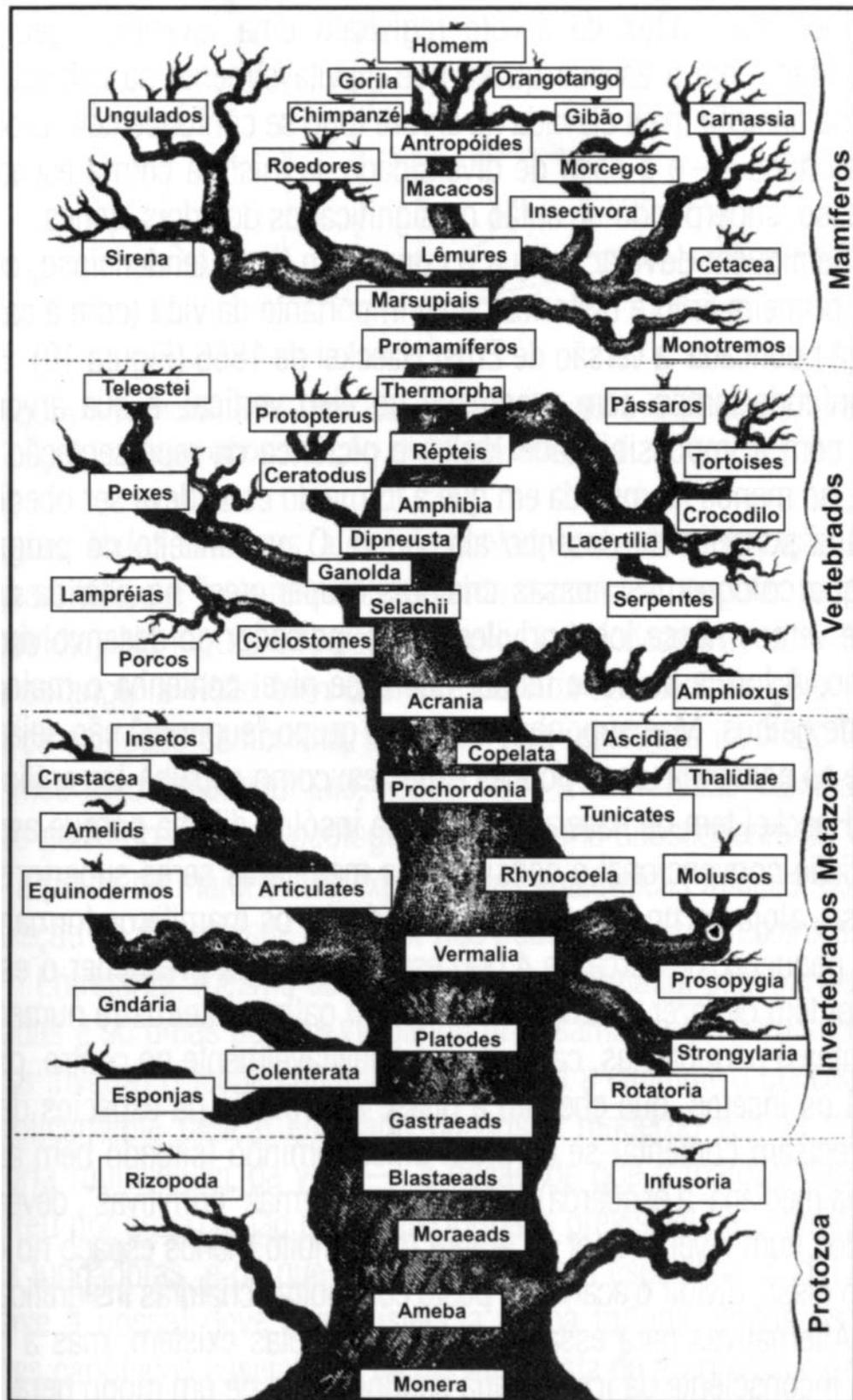


Figura 2. Árvore filogenética publicada em *Generelle Morphologie der Organismen*, de 1866. Esta árvore foi modificada muitas vezes ao longo da vida de Haeckel.

Na **figura 2**, a árvore de Haeckel, os mamíferos, um grupo pequeno, com cerca de 4000 espécies, aparecem justamente no topo da árvore. Além disso, Haeckel cria outros galhos para os grupos de mamíferos como baleias, carnívoros e os primatas no centro com o homem no topo. Já os insetos, com cerca de um milhão de espécies, concentram-se em um mísero raminho, pois as formas primitivas devem ser inseridas em um nível inferior da árvore (GOULD, 1997). Na verdade, a árvore da vida de Haeckel ainda trazia implícita a idéia de progresso presente na *scala naturae*.

Na década de 1950, surgem outras metáforas ligadas às árvores: Os fenogramas e os cladogramas. Os primeiros são diagramas que unem os indivíduos de acordo com suas semelhanças. Já os cladogramas trazem inerente a idéia de filogenia. Segundo O'Hara (1998), o desenvolvimento dos conceitos e ferramentas da cladística foram o mais importante avanço do período. Além disso, o “pensamento de árvore” é um modo de ver a biodiversidade através de eventos que ocorreram ao longo da evolução, e não por meio de classificações e agrupamentos de seres vivos. Portanto, a informação que um cladograma traz é muito relevante para o estudo da biodiversidade (O'HARA, 1994, 1998)

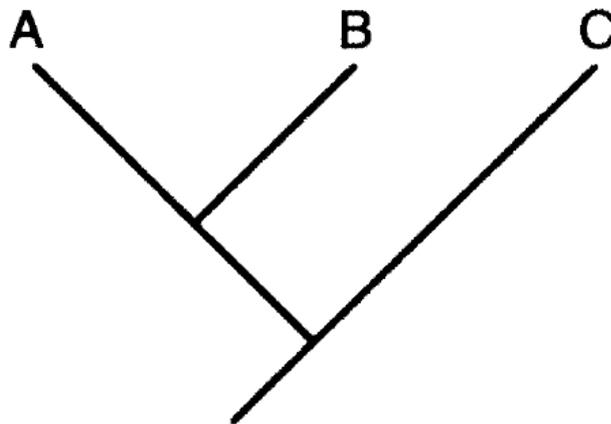


Figura 3. Cladograma mostrando a história evolutiva de três táxons.

Um cladograma é uma árvore evolutiva e, portanto, representa uma história e não deve ser confundido com outros tipos de diagramas como fenogramas, por exemplo.

A **figura 3** mostra a relação histórica entre três táxons terminais A, B e C. O Cladograma mostra que A e B têm um ancestral em comum, não compartilhado com C, representado pelo nó que os une. A e B são mais relacionados entre si do que com C.

A e B tomados juntos com seu ancestral, formam um clado que representa o grupo irmão de C. A, B e C tomados juntos com seu ancestral comum mais recente formam outro clado. O estilo do cladograma pode variar de um autor para outro, mas representam a mesma história evolutiva entre os mesmos *táxons* (**figura 4**).

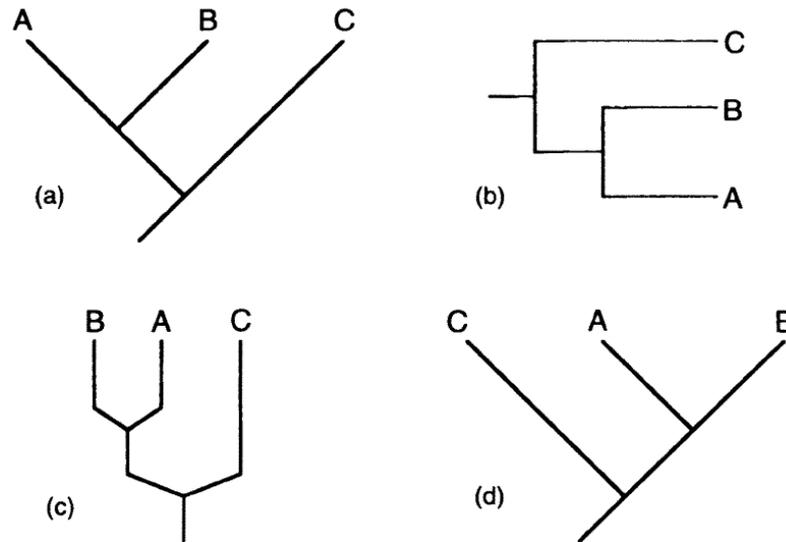


Figura 4. Diferentes estilos de cladogramas mostrando a mesma história evolutiva de três táxons.

Os cladogramas mostram a origem da biodiversidade e a história evolutiva dos seres vivos sem, contudo, estabelecer relações de superioridade e inferioridade e muito menos uma direção rumo ao progresso. Por isso são uma boa representação para a compreensão da evolução dos seres.

Mais recentemente, surgiu a metáfora da “moita” filogenética (**figura 5**) que ainda parece sugerir uma descendência comum para os seres vivos (HOFFMANN; WEBER, 2003). A moita divide o mundo vivo em três grandes domínios: Bacteria, Archae e Eucarya. O primeiro grupo engloba as populares bactérias; o segundo grupo encerra organismos que vivem em ambientes extremos e eram conhecidos como bactérias termófilas e metanogênicas; o último grupo abrange os organismos eucariontes como os animais, os fungos e as plantas (WOESE *et al*, 1990).

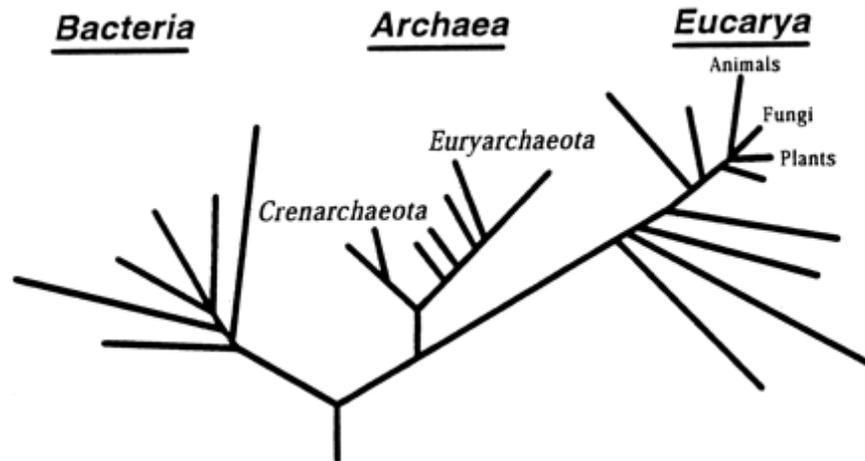


Figura 5. “Moita” mostrando as relações filogenéticas entre os três domínios propostos por Woese *et al* (1990).

2.4.3. O método da sistemática filogenética

Como vimos, o objetivo da sistemática filogenética, ou cladística, é descobrir e descrever as relações de parentesco entre os seres vivos. Essa descrição é feita em uma árvore filogenética ou cladograma. Para estabelecer essas relações de parentesco, é necessário detectar algum caráter que seja comum a esses grupos. Tal caráter é denominado sinapomorfias (caráter derivado⁵ compartilhado) e os táxons unidos por esse caráter são chamados de táxons irmãos. Essa sinapomorfias provavelmente se originou em um táxon ancestral, que deu origem aos outros dois como uma novidade evolutiva, também chamada de autapomorfia (caráter derivado próprio). Como são os descendentes de um ancestral comum, táxons irmãos são monofiléticos (uma origem) (**figura 7a**). A sistemática filogenética tem como objetivo reconstruir a árvore da vida baseada somente em táxons monofiléticos.

Um bom exemplo disso pode ser facilmente percebido nos artrópodes (**Figura 6**). Consideremos os Crustacea (siris, camarões e lagostas) e os Tracheata (insetos quilópodes e diplópodes). Os representantes desses dois grupos compartilham o caráter mandíbula que, dessa forma, é uma sinapomorfia de traqueados e crustáceos. Essa sinapomorfia indica que esses dois grupos formam um táxon monofilético, cujo ancestral já havia desenvolvido

⁵ O termo derivado é utilizado em contraposição ao termo primitivo. Em sistemática filogenética primitivo se refere ao caráter que surgiu primeiro e derivado é aquele caráter que se originou de um primitivo.

mandíbulas como novidade evolutiva ou autapomorfia. O nome do grupo monofilético formado por traqueados e crustáceos recebe o nome de Mandibulata.

Poderíamos estudar também Crustacea e Chelicerata (aranhas, escorpiões e carrapatos) e descobrir que eles compartilham o caráter pernas articuladas o qual poderia ser uma sinapomorfia para os dois táxons. Porém, os Tracheata também compartilham o caráter pernas articuladas. Logo, pernas articuladas não é um caráter derivado, mas ancestral ou simplesiomorfia (caráter primitivo compartilhado). A união equivocada de crustáceos e quelicerados baseada em sinapomorfia forma um táxon parafilético (**Figura 7b**). O táxon parafilético não contém todos os descendentes de um mesmo ancestral. Pernas articuladas é uma sinapomorfia de um grupo maior chamado Arthropoda, que inclui Chelicerata e Mandibulata (Crustacea + Tracheata).

Enquanto um táxon parafilético não contém todos os descendentes de um ancestral, um táxon polifilético (**Figura 7c**) inclui descendentes de mais de um ancestral. Isso acontece quando a similaridade é resultado de convergência adaptativa. Similaridade devida à herança genética é chamada homologia enquanto que similaridade superficial que se origina por convergência é chamada homoplasia (analogia). Somente estruturas homólogas são úteis na reconstrução de filogenias baseada em grupos monofiléticos.

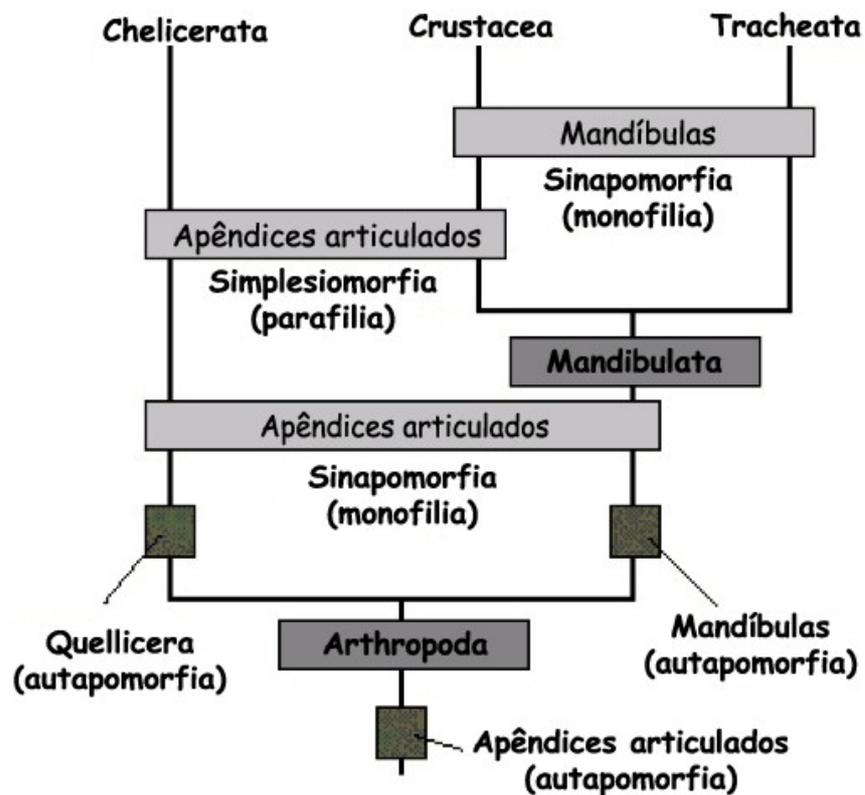


Figura 6. Árvore mostrando as relações de parentesco dentro do filo Arthropoda.

A observação do caráter compartilhado (sinapomorfia) “mandíbulas”, em Crustacea e Tracheata, os une como táxon monofilético. Dessa forma a espécie ancestral de Mandibulata apresentou o caráter “mandíbulas” como novidade evolutiva (autapomorfia). Da mesma forma o caráter “apêndices articulados” (sinapomorfia) une os Mandibulata e Chelicerata no táxon monofilético Arthropoda. O artrópode ancestral adquiriu os primeiros “apêndices articulados” como novidade evolutiva ou autapomorfia. Os quelicerados e crustáceos não formam um grupo monofilético tomando como referência a presença de “apêndices articulados” porque esse caráter une todo o grupo dos artrópodes. Assim, esse caráter não evoluiu em um ancestral imediato de quelicerados e crustáceos, mas em ancestral mais antigo que também deu origem aos traqueados. “Apêndices articulados” compartilhados por quelicerados e crustáceos é uma simplesiomorfia, pois já estava presente nos seus ancestrais. A união baseada em simplesiomorfia se chama parafilia e o táxon formado é um táxon parafilético.

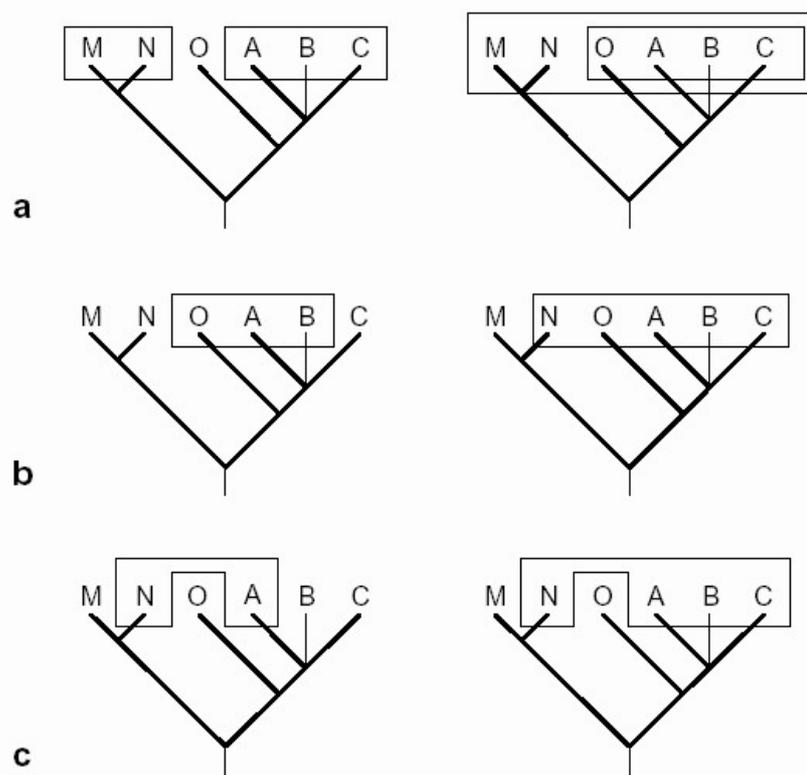


Figura 7. Exemplos de grupos monofiléticos (a), parafiléticos (b) e polifiléticos (c).

Um exemplo de táxon polifilético seria aquele que unisse aves, morcegos e insetos porque todos têm asas. Porém as asas desses animais são estruturas homoplásticas, que se originaram por evolução convergente. Cada um desses animais tem um ancestral diferente que evoluiu, de forma independente, para a condição alada.

Embora os exemplos escolhidos sejam simples, o trabalho de reconstrução filogenética não o é. Podem ser encontrados vários cladogramas representando a filogenia de um determinado grupo. Nesta situação, os sistematas escolhem os cladogramas mais parcimoniosos. O princípio da parcimônia é extremamente importante dentro da sistemática filogenética e especialmente nas análises cladísticas auxiliadas por computador. Os softwares são alimentados com dados morfológicos, comportamentais, moleculares e geram mais que um cladograma. Dentre eles, o mais parcimonioso, ou seja, o que envolver o menor número de transformações para explicar a filogenia é o escolhido.

2.4.4. A sistemática filogenética no ensino médio

Parece um tanto evidente que a introdução da sistemática filogenética no ensino médio contribuiria diretamente para o ensino dos seres vivos, como zoologia e botânica. Porém, outros tópicos poderiam ser abordados como evolução do comportamento, evolução dos sistemas do corpo relacionado com o meio. A vantagem do uso da sistemática filogenética seria, em princípio, permitir uma abordagem comparativa da vida e diminuir a distância entre os seres vivos.

Uma outra vantagem seria que a sistemática filogenética poderia facilitar os estudos de zoologia e botânica fornecendo subsídios para a compreensão da diversidade biológica (AMORIM, 1997). Assim, bastaria saber quando determinados caracteres surgiram ao invés de ter que memorizar todos os caracteres de todos os grupos, como se não houvesse qualquer ligação entre eles. Esse tipo de pensamento essencialista é apontado por Amorim e colaboradores (2001) como sendo um dos responsáveis pelo caráter enfadonho do ensino de zoologia e botânica. Aliás, era a idéia do próprio Lineu que os estudiosos da fauna e da flora deveriam ser capazes de memorizar todos os caracteres de todos os grupos (ERESHFSKY, 1997) o que é impossível, reconhecida a diversidade de formas de vida atual. Em um contexto essencialista, o que se busca são os caracteres, ou essências que permitem diferenciar os grupos. A sistemática filogenética, por outro lado, procura os caracteres compartilhados devido a uma ancestralidade comum. Isso permite mostrar aos estudantes que existe uma continuidade na vida. Os seres vivos não se apresentam na natureza como estão nos livros didáticos, de forma linear, como uma *scala naturae*.

Apesar dos avanços em outros setores da ciência e mesmo dentro da biologia, como clonagem e produção de organismos transgênicos, o ensino dos seres vivos ainda utiliza o ferramental do século III a. C. (AMORIM *et al*, 2001), a lógica aristotélica e o essencialismo para a criação de classificações. Com os trabalhos de Hennig, os seres vivos deixam de ser vistos de forma isolada e os caracteres deixaram de ser vistos como sendo exclusivos de cada grupo. Falta agora permitir que seu pensamento atinja a educação básica para que a revolução vista na biologia como ciência, também seja vista na biologia como disciplina escolar.

No Brasil, tentativas de introduzir o ensino de sistemática filogenética na educação básica vêm sendo feitas no ensino médio (AMORIM *et al*, 2001; AMORIM, 2002) e fundamental (SCHUCH; SOARES, 2003) com ótimas perspectivas. Segundo James Carpenter (comunicação pessoal), entomólogo do Museu Americano de História Natural, a sistemática filogenética sequer é ensinada em cursos de graduação nos Estados Unidos. De acordo com o Professor Sérgio Antônio Vanin (comunicação pessoal), do instituto de Biociências da USP, enquanto em outros países houve uma preocupação em utilizar as metodologias propostas por Hennig, no Brasil também houve uma grande preocupação em divulgar a sistemática filogenética em cursos de graduação. Agora falta o passo seguinte, estender esse conhecimento em benefício da educação básica, observadas as especificidades de cada nível de educação.

2.5. O Problema de pesquisa

Como já mencionei anteriormente, sempre via a sistemática filogenética como uma possível ferramenta a ser explorada no contexto de ensino. A princípio, ative-me ao ensino médio por imaginar a necessidade de um nível de abstração relativamente alto para transitar no mundo da cladística. Várias questões podem ser feitas a respeito da inserção da sistemática filogenética no ensino médio como: “Os alunos conseguem falar a língua da cladística?”; “A cladística torna o ensino de zoologia e botânica mais atraente?”; “A zoologia é melhor aprendida quando é ensinada com o enfoque da sistemática filogenética?”. Esses são alguns exemplos de questões que podem ser feitas, mas que não pretendo responder neste trabalho. Preferi me ater a uma relação mais geral da sistemática filogenética com a biologia e dessa forma preferi trabalhar com a questão **“Quais ganhos a sistemática filogenética pode trazer para a biologia do ensino médio?”**

3. Desenvolvimento da pesquisa

A fim de poder responder à pergunta colocada por mim, foram necessários a escolha de um método e o desenvolvimento de uma estratégia. Inicialmente, optamos pela Fenomenologia, que, após a realização do primeiro minicurso, foi logo abandonada por não poder investigar as experiências conceituais dos participantes da pesquisa. A fenomenologia, como será vista mais adiante, lida com o mundo pré-reflexivo e o nosso interesse era justamente no mundo reflexivo, conceitual, que os alunos iriam formar durante a participação no curso.

A opção metodológica que surgiu como solução para nosso problema foi a Fenomenografia, que será discutida mais adiante. Por enquanto é interessante falar apenas que essa metodologia de pesquisa tem por objetivo descobrir as diferentes formas pelas quais as pessoas vêem os fenômenos ao redor (MARTON, 1981).

Para que os alunos participantes da pesquisa vivenciassem uma situação, que no caso era lidar com os cladogramas, planejei um minicurso em que os conteúdos trabalhados eram abordados com uma perspectiva cladística. No primeiro minicurso, que seria usado para constituição dos dados, mas que acabou tendo o papel de um curso piloto, indicando os caminhos que deveriam ser seguidos para um novo minicurso, a ênfase foi dada na construção e interpretação dos cladogramas, tendo como pano de fundo a zoologia. O segundo minicurso, cujas entrevistas serão analisadas mais detalhadamente neste trabalho, necessitou de uma mudança de enfoque. Não era possível simplesmente abordar a construção e interpretação de cladogramas, pois, como será visto na seção 3.2, esse tipo de estratégia não gera uma aprendizagem significativa. Os alunos simplesmente memorizavam conceitos a fim de utilizá-los mecanicamente. Não conseguiam fazer uma ponte para outros campos da biologia.

Em vista disso, e detectadas as falhas do primeiro mini-curso, o segundo minicurso contou com uma ampliação de conteúdos. Esses conteúdos foram selecionados com base nas dificuldades que os alunos tiveram no primeiro minicurso e a fim de dar mais sentido para os cladogramas. Ou seja, um cladograma não é simplesmente uma árvore que mostra as relações de parentesco entre os seres vivos, mas conta uma história, a história dos seres vivos no planeta. Para entendê-los são necessários vários conceitos da biologia. Em relação à

veracidade da história contada por um cladograma, foi destacado a todo momento que se constitui em uma hipótese baseada em dados e metodologia bem fundamentados.

3.1. O primeiro mini-curso

O primeiro mini-curso intitulado “*Encontrando parentesco entre os seres vivos*” foi realizado no município de Ilha Solteira, Estado de São Paulo, nas dependências de NAECIM (Núcleo de Apoio ao Ensino de Ciências e Matemática). Os alunos que participaram da atividade do curso pertenciam à Escola Estadual de Urubupungá, localizada no mesmo município.

Para a inscrição, contei com a colaboração da professora titular de biologia da escola. Essa professora anunciou o curso na escola, realizou a inscrição dos alunos e posteriormente, fez o sorteio dentre os inscritos, para preencher as dez vagas abertas. Inicialmente, inscreveram-se quarenta alunos. Após o sorteio contei com uma lista de 9 meninas e 1 menino! O aluno do sexo masculino não apareceu no curso e, a partir do segundo dia, tive mais duas desistências ficando com sete alunos até o final do curso, que durou uma semana com três horas de atividades por dia perfazendo um total de quinze horas. Os conteúdos abordados nos encontros estão indicados nos quadros abaixo.

1º Encontro

Atividade	Descrição
Identificando parentesco	Após a visualização de uma série de slides contendo animais representando diversos filões, os alunos criaram suas próprias relações de parentesco que foram posteriormente discutidas em grupo. Essa atividade serviu como um diagnóstico para identificar os tipos de critérios que os alunos utilizavam para construir suas classificações.
Uma pequena história da sistemática	Os alunos conheceram as principais linhas de pensamento e critérios usados nas classificações, dentro da sistemática animal e vegetal, e seus representantes.
Uma atividade de classificação	Essa atividade foi originalmente publicada na revista da FUNBEC. Os alunos classificaram organismos hipotéticos a partir de caracteres que eles identificaram em figuras (RIBEIRO, 1985).
Homologias e analogias	Nesta atividade, os alunos deveriam reconhecer a natureza das homologias e analogias e seu papel na sistemática.

2º Encontro

Atividade	Descrição
Taxonomia numérica	Os alunos tiveram contato com a metodologia e pensamentos da fenética.
Construindo um fenograma	Os alunos construíram um fenograma utilizando dados moleculares, como seqüências de nucleotídeos em DNA.
Usando o “ <i>Biology Workbench</i> ”	Os alunos utilizaram um banco de dados moleculares e ferramentas online para a geração de árvores de similaridade, usando seqüência de aminoácidos.

3º Encontro

Atividade	Descrição
Cladística	Os alunos tiveram contato com a metodologia e pensamentos da sistemática filogenética.
Identificando parentesco através de sinapomorfias	Os alunos identificaram caracteres informativos (sinapomorfias) e os utilizaram para construir um cladograma com organismos hipotéticos.
Construindo um cladograma	Os alunos construíram um cladograma utilizando os mesmos dados moleculares da atividade “Construindo um fenograma” do encontro anterior. Os resultados foram comparados e as diferenças foram discutidas de acordo com a perspectiva de cada uma dessas escolas de sistemática.
O que é a zebra?	Leitura do texto “O que é a zebra?” de S. J. Gould (1992, p353 - 364).

4º Encontro

Atividade	Descrição
O que é a zebra?	Término da leitura do texto “O que é a zebra?”, discussão e resolução das questões propostas.
Análise cladística	Os alunos tiveram conhecimento de algumas metodologias utilizadas na sistemática filogenética a fim de construir cladogramas utilizando exemplos hipotéticos.
Usando o TreeGardener	Os alunos aprenderam a utilizar o software “TreeGardener”, uma interface gráfica para o software de análise de parcimônia Hennig86.
Encontrando parentesco através de sinapomorfias	Os alunos identificaram caracteres em organismos hipotéticos, realizaram a polarização utilizando o método do grupo externo, que foi previamente dado, construíram uma matriz de caracteres e montaram um cladograma “a mão”. Posteriormente a matriz foi plotada no TreeGardener a fim de obter uma árvore para comparação

5º Encontro

Atividade	Descrição
O Reino Metazoa	Os alunos conheceram as principais características e os principais representantes do reino dos metazoários. Para isso foram utilizados cladogramas em que os caracteres dos grupos podiam ser identificados.
Avaliação do curso	

3.2. Reflexões sobre o primeiro mini-curso

Como eu já havia comentado, esse primeiro minicurso seria utilizado para a constituição de dados, mas acabou sendo utilizado como indicador dos caminhos a serem seguidos para a elaboração de um outro curso que eu julgava ser mais interessante.

Também comentei que esse curso foi elaborado no sentido de dar ênfase à construção e interpretação de cladogramas. Para isso, os alunos contaram com diversas atividades e exemplos do reino animal. Assim, tentei associar a utilização de cladogramas ao ensino de zoologia, pois meu objetivo era, também, verificar como a zoologia é aprendida quando os cladogramas são inseridos no contexto de aula.

Os alunos participantes do curso eram todos alunos do terceiro ano do ensino médio, conforme eu havia solicitado para a professora que os descreveu como “*alunos que gostam muito de biologia*”. Preferi alunos do terceiro ano por entender, de acordo com o plano de ensino da escola, que já contavam com certos conhecimentos, como evolução, especiação e genética, que seriam necessários durante o curso.

As atividades e leituras propostas durante o curso exigiam um certo esforço por parte dos alunos. Percebi que alguns deles não se sentiam muito à vontade com essa “obrigação”, de forma que dois deles desistiram ao longo dos dois primeiros encontros. Isso me sugeriu que uma cobrança em relação à uma participação mais séria nas atividades poderia acarretar mais desistências. Resumindo, não havia um empenho, por parte da maioria dos alunos, em fazer algumas tarefas.

Por outro lado, percebi que em muitos momentos, principalmente durante a realização das atividades, como a construção de cladogramas, havia um interesse maior, talvez pela natureza da tarefa que eliminava a passividade. Nesses momentos, surgiam muitas questões e dúvidas, sobre as quais eu já havia comentado antes da realização da tarefa. Mesmo assim eu retomava os tópicos e auxiliava no desenvolvimento dos trabalhos. Percebi que muitos alunos transitavam bem no mundo da cladística. Eram capazes de usar seus termos, entender e analisar um cladograma. Isso me causou a impressão de que esse assunto não gerava maiores dificuldades, apesar de eu ter também a impressão de que o assunto não era muito palatável para alguns alunos.

Quando tentei juntar os cladogramas com a zoologia, no último encontro, houve uma dificuldade porque os alunos não tinham qualquer conhecimento sobre o reino animal. Eles me disseram que nunca haviam estudado o assunto, que seria abordado no terceiro ano do ensino médio. Tentei sanar as dificuldades dos alunos mostrando os principais grupos e suas características. Tentei mostrar também as características que uniriam grupos de seres vivos e apontei que bastava saber em que momento aquela característica surgiu e não seria necessário memorizar todos os grupos e todas as características, pois animais que têm uma origem comum, compartilhariam uma mesma característica (AMORIM *et al*, 2001).

Um dos meus objetivos era que os alunos conseguissem fazer relações entre os conhecimentos adquiridos durante o estudo da cladística com outras áreas da biologia. Pretendia que conceitos como evolução, especiação, adaptação, entre outros, fossem recuperados. Porém, isso não ocorreu, como pude perceber durante as entrevistas. Pude perceber que os alunos não eram capazes de fazer qualquer relação entre a cladística e o restante da biologia. Era como se o assunto trabalhado no curso fosse desvinculado de qualquer outro conceito. Era a cladística pela cladística.

Após discutir isso com o Prof Washington, percebemos a necessidade de elaborar uma nova estratégia de curso. Enquanto isso, iniciei a leitura do texto “Epistemologia da Complexidade” de Edgard Morin (1996) que exerceu forte influência no andamento do trabalho e de minha prática pedagógica.

Passei a refletir sobre os “problemas” encontrados durante o curso e percebi que o assunto trabalhado era somente uma parte da biologia. Era necessária a visão do todo para

que as partes tivessem sentido. Da mesma forma, era necessário contextualizar os cladogramas para que seu conhecimento se tornasse pertinente (MORIN, 2002). Em vista disso, conclui que o conhecimento deveria ser ensinado no momento em que ele era necessário. Eu não poderia contar com a suposição de que os alunos já aprenderam certos conhecimentos necessários para o entendimento das cladogramas em séries anteriores e que, por isso, não era necessário tocar de novo no assunto. Na verdade, todo o ensino de biologia é fragmentado e, portanto, era necessário juntar os tópicos relevantes para uma aprendizagem que tivesse sentido para a vida dos estudantes e que os auxiliassem a entender o mundo ao redor (GIORDAN, 2002). Da mesma forma, era preciso mostrar as incertezas contidas no conhecimento de forma que tentei, na nova estratégia de curso, mostrar o que não sabemos, pois *“em ciência há muito mais coisas que não se sabe do que coisas que se sabe”* (LANGANEY, 2002, p. 224). De fato, o mundo evolutivo é repleto de incertezas, da mesma forma que um cladograma não revela uma certeza, mas uma possibilidade.

Durante a elaboração da nova estratégia de curso, percebi que seria necessário abordar diversos conceitos para que os cladogramas pudessem ser significativos. Dessa forma a cladística funcionou como um sistematizador de conceitos dentro da biologia. Como eu preferi trabalhar com características morfológicas e bioquímicas, detive-me nesse aspecto, mas poderia utilizar comportamento ou fisiologia, por exemplo. Assim, ao invés de uma organização linear dos conteúdos, seria mais frutífera a organização em espiral de forma que os conteúdos fossem recuperados cada vez que fossem necessários. Por exemplo, poderíamos, durante o tópico zoologia, abordar conceitos de evolução, mas isso não implica que esses conceitos relativos a evolução não possam ser ensinados novamente em um tópico de fisiologia, da mesma forma que a fisiologia deve ser abordada durante o tópico zoologia. Pensando assim, as barreiras entre os conteúdos da biologia deveriam ser rompidas. Uma proposta interessante para isso seria trabalhar utilizando unidades temáticas em que os conceitos e conteúdos seriam utilizados no momento em que seriam necessários.

Assim, embora os alunos aparentassem um bom desempenho na construção e interpretação dos cladogramas, as entrevistas revelaram que não havia uma relação entre os cladogramas, a zoologia e evolução, muito menos em relação a qualquer outro tópico da biologia. Assim, decidi pela elaboração um novo mini curso em que os conceitos seriam apresentados no momento em que fossem necessários.

3.3. O segundo mini-curso

Como já foi dito, o primeiro mini-curso deu a orientação para a elaboração deste segundo mini-curso, no qual tentei sanar as falhas percebidas no primeiro.

O segundo mini-curso foi realizado na Escola Estadual Nove de Julho, no município de Dracena. Essa escola, na qual sou professor de biologia, possui cerca de 1600 alunos de ensino médio e fundamental.

O início do curso se deu no dia 26 de abril e terminou no dia 14 de maio de 2004. Os encontros eram diários, realizados das 14 horas às 17 horas. Assim o curso teve uma carga horária total de 45 horas.

Os alunos participantes do mini-curso foram selecionados tendo como critério inicial a sua disponibilidade para participar do curso nos horários e dias marcados. Assim foram excluídos alunos que tinham atividades como cursos de idiomas, cursos relacionados à informática, prática esportiva, etc, no mesmo período da realização dos encontros. Isso foi feito para aumentar a regularidade dos alunos nas atividades do curso. Todos os alunos sabiam desde o início que seriam entrevistados ao término do curso e isso foi um fator desestimulador para muitos, como pude constatar. Não sabiam, porém, quais os conteúdos exatos do curso, que só conheceram ao receber a programação no primeiro encontro. Assim, pude contar com dez alunos para preencher as vagas que ofereci, sendo que um deles desistiu do curso por conseguir uma vaga em um time municipal de futebol. Portanto, o curso foi ministrado para nove alunos, sendo seis do sexo feminino e três do sexo masculino.

Limitei o número de alunos em dez porque iria utilizar o laboratório de informática da escola para a realização do curso e porque forneci todo o material que os alunos utilizaram, de modo que um número maior de estudantes iria onerar o curso.

Como já tinha tido a experiência do curso anterior, elaborei uma nova estratégia em que os conteúdos relacionados com o assunto foram ministrados em módulos que apresento no quadro 1. Escolhi esses conteúdos por julgá-los necessários para a compreensão dos cladogramas sendo que, da mesma forma, julgava os cladogramas necessários para a compreensão desses mesmos conteúdos. (É isso que Edgard Morin chama de “*princípio da*

recursividade”. Segundo ele, os produtos são necessários para a própria produção do processo. *É uma dinâmica autoprodutiva e auto-organizacional* (MORIN *et al*, 2003).

Como já foi comentado, os cladogramas são muito mais que a representação de relações arbitrárias entre seres vivos. Na verdade, eles contam uma história, uma provável história da evolução da vida na Terra. Assim percebi que não bastava ensinar a fazer e interpretar cladogramas, era necessário que esses cladogramas tivessem um sentido dentro da biologia. Era necessário que, ao olhar para um cladograma, o estudante fosse capaz de perceber os conceitos biológicos que dão sustentação para tal árvore.

Quadro 1

Os módulos com os respectivos conteúdos trabalhados e a carga horária dedicada a cada um deles.

Módulo	Carga horária	Descrição
Evolução	9 horas	Adaptação; Mutação; Seleção natural; A vida de Charles Darwin; Homologias e analogias em evolução.
Os animais	9 horas	O Reino Metazoa e os Filos mais estudados no ensino médio
Sistemática filogenética	15 horas	História da sistemática; Por que classificar as coisas?; O que é a cladística? Os métodos da Cladística; O cladograma como hipótese evolutiva.
Temas diversos	12 horas	Leitura de textos diversos sobre evolução e biotecnologia, Eugenia; Utilização prática dos cladogramas; Ciência e Religião.

Em seguida detalharei cada um desses módulos.

3.3.1. Módulo “Evolução”

O tema evolução é sempre um tema delicado, pois, de certa forma, mexe com a crença religiosa dos alunos. Já presenciei situações em que alguns estudantes se recusavam a estudar o assunto. Iniciei esse tema com certo cuidado, pois havia alguns alunos católicos

muito religiosos no grupo. Assim procurei não emitir opiniões favoráveis e nem contrárias em relação ao pensamento religioso, mas, durante todo o curso, procurei estimular o questionamento, não só do pensamento religioso, mas também do pensamento científico.

Para iniciar a discussão, mostrei aos alunos, a uma distância de cerca de dois metros, uma prancha verde na qual havia figuras geométricas coladas. Algumas figuras eram vermelhas e outras eram verdes, da mesma tonalidade da prancha. Pedi aos alunos que contassem as figuras que viam e a resposta de todos coincidiu com o número de figuras vermelhas. Ao aproximar a prancha, todos puderam perceber as figuras verdes “camufladas”. Em seguida, mostrei fotografias de animais camuflados em seu ambiente ou que mimetizavam formas como folhas, galhos e pedras. Pedi aos alunos que me dissessem se viam alguma “vantagem” no fato de alguns animais poderem se ocultar no meio ambiente e boa parte dos alunos destacou a possibilidade desses animais não serem detectados por predadores. Destaquei que esses animais tinham maior chance de sobreviver no meio ambiente e, dessa forma, poderiam deixar mais descendentes semelhantes a si. Após alguns minutos, mostrei a mesma prancha a uma aluna que chegou atrasada e ela conseguiu visualizar as imagens verdes. Aproveitei e destaquei que poderia haver na natureza algum tipo de predador que poderia reconhecer o animal camuflado. Esse predador seria mais bem sucedido em relação àqueles que não tivessem a mesma capacidade. O intuito dessa atividade inicial foi o de mostrar aos alunos que na natureza existe uma sobrevivência dos organismos que possuam características favoráveis para um determinado ambiente e que esses organismos deixam descendentes com as mesmas características favoráveis. Também ressaltéi que o ambiente não era fixo, que poderia sofrer alterações ao longo do tempo e por isso uma característica adaptativa bem sucedida em uma situação não seria necessariamente bem sucedida em outra. Assim, tentei introduzir a idéia de seleção natural, sem explicitar isso, de forma mais convincente.

Neste módulo, fizemos a leitura dos textos “O que é evolução?”, “O que é mutação?” “O que é adaptação?” e “Um exemplo de adaptação”. Todos esses textos foram publicados em Santos (2002) e apresentavam questões que foram aproveitadas para discussão no curso. Esses textos, de fácil leitura e compreensão, permitiram a introdução de forma agradável dos temas e as questões propostas pela autora estimularam o debate e a reflexão. Todas as leituras e respostas às questões foram feitas coletivamente. Todos os alunos puderam

participar dando sua contribuição que sempre era posta em dúvida para que fosse defendida ou abandonada.

Também era minha intenção que os alunos conhecessem um pouco da história da vida de Charles Darwin, e não só de suas teorias de evolução. Tentei mostrar aos alunos o contexto em que as teorias de Darwin surgiram e a reação do público. Além de minhas colocações, os alunos obtiveram esse conhecimento lendo o artigo “Darwinismo: a história de uma idéia”, publicada na Revista Ciencianline (GUALTIER, 2003). Também fizeram a leitura do texto “A evolução e a idade da Terra” do livro “História ilustrada das ciências” (RONAN, 1987, p. 8 – 17). Essa segunda leitura foi muito cansativa em virtude da extensão do texto. Novamente a leitura e as respostas para as questões foram feitas em conjunto. Para servir como guia de leitura, elaborei algumas questões destacando aspectos dos textos que julguei relevantes. Também preparei um texto sobre especiação, que foi apresentado em conjunto com os textos sobre evolução.

Como tentei mostrar, esse módulo foi dedicado aos aspectos teóricos da evolução darwiniana, dando destaque ao conceito de seleção natural e adaptação.

3.3.2. Módulo “Os animais”

Segundo os alunos, esse foi o momento mais cansativo do curso. Mostrei a eles a classificação do mundo vivo em cinco reinos e dei ênfase maior ao reino animal. Os filós mais comumente estudados no ensino médio foram vistos no curso. Destaquei as características que permitiam reconhecer os grupos e aquelas que determinavam parentesco entre grupos, visualizadas nos cladogramas. Nesse momento, já se iniciavam os questionamentos a respeito das relações de parentesco e os alunos começaram a interpretar os cladogramas mostrados. Todos os grupos foram vistos em slides sendo que alguns chegaram a despertar curiosidade e dúvida a respeito de sua natureza animal, como as anêmonas e os crinóides. Também preparei um software multimídia no qual os alunos podiam explorar as características sinapomórficas e autapomórficas, clicando em um cladograma que mostrava as relações de parentesco dentro do Reino Metazoa. Todos os textos foram preparados por mim.

3.3.3. Módulo “Sistemática Filogenética”

Neste módulo, o objetivo era explorar com os alunos noções sobre sistemática em geral e sistemática filogenética em particular. Para isso elaborei alguns textos e atividades que julguei pertinentes para meus propósitos. Algumas das atividades usadas neste módulo também foram usadas no primeiro curso que realizei em Ilha Solteira.

A primeira atividade que os alunos fizeram foi o “*Um exercício de classificação*” (**Apêndice A**). Nesta atividade, pretendia que eles fossem capazes de identificar caracteres que permitissem a organização dos seres hipotéticos dentro de um grupo previamente dado. Para isso, os alunos deveriam observar caracteres que permitissem a inclusão ou exclusão dos organismos em um dado grupo. Uma das vantagens dessa atividade é o desenvolvimento da capacidade de usar relações lógicas, pois os alunos deveriam identificar atributos particulares durante a análise do problema (RIBEIRO, 1985).

Em seguida, foi feita a atividade “Homologias e analogias”. Inicialmente mostrei slides contendo exemplos de seres vivos semelhantes, mas com parentesco diferente, como cactos e euforbiáceas, e golfinho e tubarão. Perguntei aos alunos que seres vivos eles estavam observando e suas relações de parentesco. Após as respostas dos alunos, apresentei a solução para as perguntas. A partir daí, fizemos a leitura de um texto e, no final, destaquei que as homologias são muito importantes para fazer classificações filogenéticas, pois são evidências de uma ascendência comum dos seres vivos. Frisei também que os caracteres análogos poderiam estar relacionados às adaptações dos seres vivos a um ambiente comum e que, portanto, não seriam utilizados como indicadores de parentesco e deveriam ser evitados.

Um dos meus objetivos durante o curso era que os alunos tivessem contato com as diferentes escolas de pensamento da sistemática. Para isso, preparei um pequeno texto intitulado “Pequena História da Sistemática” (**Apêndice B**) no qual abordei as classificações antes de Darwin, dando destaque a Lineu, sua nomenclatura binomial e suas categorias hierárquicas, e após a publicação de “Origem das espécies”, abordando a árvore da vida de Haeckel, a sistemática evolutiva, a fenética e a cladística. Com isso, esperava que os alunos percebessem as diferenças entre as escolas de sistemática, principalmente no que se refere à utilização da evolução como critério de classificação.

Na atividade “Identificando parentesco através de sinapomorfias” (**Apêndice C**), os alunos contaram com um texto destacando os objetivos, metodologias e conceitos da sistemática filogenética. Após a leitura, iniciaram a realização da parte prática da atividade na qual deveriam descobrir as relações de parentesco entre seis organismos hipotéticos. Para isso, pedi que identificassem caracteres que estivessem presentes somente em dois indivíduos e em nenhum outro mais. Esse caráter seria a sinapomorfia que uniria os dois seres vivos. Feito isso, pedi que encontrassem um terceiro ser vivo que tivesse uma característica que fosse compartilhada com os dois primeiros e com mais nenhum, e assim por diante. Ao final da atividade, houve um problema proposital que era a impossibilidade de determinar qual dos dois últimos organismos seria mais aparentado com aqueles cujas relações já haviam sido descobertas. Nesse momento, foi introduzido o conceito de grupo externo e destacada a sua importância para a determinação dos estados de caracteres, ou seja, quais caracteres eram primitivos e quais eram derivados.

Na atividade que denominei de “Análise cladística” (**Apêndice D**), os alunos leram um texto em que a metodologia da cladística era explicada utilizando um exemplo hipotético de seres vivos cujo parentesco foi determinado passo a passo ao longo do texto. Destaquei no texto o método de polarização dos caracteres pelo grupo externo, enfatizando que esse método, apesar de ser muito utilizado, envolve a subjetividade do pesquisador. Assim, dizer que o grupo externo apresenta caracteres primitivos poderia parecer tão arbitrário quanto os métodos utilizados na sistemática evolutiva. Foi introduzido em elemento de imprecisão e subjetividade em um método que se diz explícito e objetivo.

Na atividade “Encontrando parentesco através de sinapomorfias” (**Apêndice E**), utilizei um exemplo vegetal. A atividade requeria a polarização dos caracteres, previamente dados, utilizando um grupo externo conhecido. Em seguida, os alunos construíram uma matriz de caracteres e utilizaram seus dados para construir um cladograma a mão. Em um segundo momento plotaram os dados da matriz no software TreeGardener⁶ (**Apêndice F**) e obtiveram uma árvore de parcimônia para comparar com a que já haviam feito.

Em duas atividades, “Construindo um Fenograma” e “Construindo um cladograma” (**Apêndice G**), usei dados moleculares, mais precisamente seqüências

⁶ Para isso também criei uma apostila para a utilização do software.

hipotéticas de DNA. Primeiramente os alunos construíram um cladograma a mão e compararam com um gerado pelo TreeGardener e, em seguida, usando os mesmos dados, construíram um fenograma, para o que foram previamente orientados por mim. Ao final da atividade, perguntei a eles por que os resultados eram diferentes. Após alguns comentários e discussão, finalizei dizendo que as premissas de trabalho por trás de cada metodologia são diferentes: a taxonomia numérica se preocupa com a similaridade e desconsidera a evolução por achar que as relações de parentesco nunca serão descobertas de forma precisa; os cladistas, por sua vez, aceitam que a filogenia nunca será descoberta com certeza, mas acreditam que seria possível chegar perto da “verdade” utilizando uma metodologia adequada.

A última atividade desse módulo, chamada “Usando o *Biology Workbench*” (**Apêndice H**), contou com a utilização da Internet. Por isso a atividade foi realizada em período noturno porque a secretaria da escola utilizava a Internet para as atividades que lhe são comuns. Essa foi uma das dificuldades para a realização dessa atividade. O *Biology Workbench* é um banco de dados moleculares no qual os alunos puderam pesquisar diferentes proteínas de diferentes seres vivos. Após a seleção das proteínas, as seqüências de aminoácidos foram alinhadas e os alunos puderam visualizar algumas semelhanças entre elas e isso permitiu que deduzissem quais organismos tinham proteínas mais semelhantes entre si e que poderiam ser aparentados. Após isso, utilizaram a ferramenta de criação de árvores do sítio e compararam a árvore gerada por ele com as suas suposições de similaridade. Uma outra dificuldade durante a realização dessa atividade foi o fato de o sítio ser em inglês. Tentei amenizar o problema fornecendo dicionários e um manual de utilização do sistema.

3.3.4. Módulo “Temas diversos”

Para este módulo, eu tinha alguns textos planejados como leitura complementar e outros surgiram de acordo com o questionamento dos alunos durante o curso.

Um dos primeiros textos lidos dizia respeito à cladística e sua utilização prática na exploração de fármacos em anfíbios. Este texto, “Um exemplo de uso dos conhecimentos sobre biodiversidade” (FUTUYMA, 2004), foi lido e discutido com os alunos ressaltando a importância do conhecimento da biodiversidade, para o que é indispensável um bom estudo de sistemática e conhecimento das relações de parentesco entre os organismos. Após essa discussão, alguns alunos tiveram interesse aumentado em biotecnologia de forma que forneci outros textos para que lessem e comentassem se quisessem.

Durantes as discussões sobre homologias e analogias e ancestralidade comum, eu havia comentado que as baleias eram aparentadas com as ovelhas. Como esse assunto causou interesse, providenciei textos sobre o assunto. Um deles foi “Baleias e ovelhas tem ancestral comum” (LETHBRIDGE, 2001) e o outro foi “transições no registro fóssil: baleias a partir de ungulados” (FUTUYMA, 2002). Os dois textos relatavam como os pesquisadores chegaram à conclusão de que as baleias deviam ser parentes dos artiodáctilos e os problemas e dúvidas que tiveram até poder afirmar isso.

Tentando retomar o assunto adaptação, fizemos a leitura do texto “Todas as cores da pele” (JABLONSKI; CHAPLIN, 2002). Nesse texto, os autores forneciam um modelo explicando a evolução da cor da pele relacionado com a latitude onde os seres humanos viviam e a presença ou ausência de alguns nutrientes como vitamina D e ácido fólico. Os alunos puderam perceber que os negros estariam adaptados a viver em ambientes com maior intensidade de radiação solar porque sua pele escura os protegeria contra a destruição do ácido fólico, mas, mesmo assim, haveria a síntese de vitamina D necessária para o fortalecimento dos ossos. Da mesma forma, os brancos estariam limitados às zonas árticas onde a menor radiação não destruiria o ácido fólico, mas seria suficiente para a produção de vitamina D. O texto também abordava o fato de que hoje a cultura afetou esse padrão de distribuição no planeta, pois os seres humanos conseguem sobreviver em diferentes regiões contando com os recursos produzidos por seu semelhantes. Percebi que os alunos gostaram muito de ler esse texto.

Um assunto tão controverso como a evolução humana não poderia ficar de fora. Fizemos a leitura do texto “A primeira brasileira” e “O Brasil há 11000 anos” (TEISCH, 1999). Nesses textos os alunos puderam perceber como é feito o trabalho de um paleontólogo e de como são criadas as hipóteses sobre o ambiente em que viviam os seres humanos primitivos e como viviam, baseadas em evidências. Em seguida mostrei uma seqüência de slides com crânios de vários homens primitivos, como o *Australopithecus africanus*, o *Homo habilis* e o *Homo neanderthalensis*. Como o interesse dos alunos foi grande em relação a esse assunto, pedi que fizessem outra aula à noite para pesquisar o assunto na Internet. Nesse dia puderam utilizar buscadores, como o Google, para poder encontrar as informações que queriam.

Para abordar o tema eugenia, os alunos assistiram ao filme “GATTACA, a experiência genética”. Com esse filme, puderam perceber que podem existir maneiras de selecionar características humanas favoráveis para diversos fins. O assunto foi debatido após o filme e indiquei, para aqueles que pudessem, a leitura do livro “Admirável mundo novo” de Aldous Huxley.

Alguns de meus alunos eram religiosos de forma que a temática ciência e religião acabou sendo recorrente em todos os momentos. Tentei, na maioria das vezes, ser neutro e utilizei exemplos da astrologia, e pseudociências em geral para tentar mostrar que devemos questionar as informações que temos e não simplesmente aceitá-las. Lemos o texto “O valor da ciência e da divulgação científica” (MARTINS; COUTINHO, 1999) para discutir melhor esse assunto. Como o texto citava a astrologia, aproveitei para fazer uma simulação utilizando o software “Observatório astronômico”. Nessa simulação, tentei mostrar que o Sol não passa necessariamente pelas constelações, que correspondem aos signos, no dia exato do nascimento da pessoa. Também mostrei que o sol passa por uma décima terceira constelação, o que criaria a necessidade de um outro signo. Finalizei questionando se poderíamos confiar num conhecimento que se baseia em suposições equivocadas a respeito da natureza.

3.4. Fenomenografia

A fenomenografia é um método de pesquisa relativamente novo. Seu desenvolvimento se deu no início na década de 1970 por pesquisadores da Universidade de Gotemburgo liderados por Ference Marton. O termo Fenomenografia foi cunhado em 1979, mas só apareceu pela primeira vez em uma publicação de Marton, em 1981.

O termo fenomenografia é derivado das palavras gregas *phainomenon*, que significa aparência, e *graphein*, que significa descrição. Assim, a fenomenografia se ocupa da descrição das coisas que aparecem para as pessoas.

A fenomenografia está enraizada no princípio da intencionalidade que descreve a experiência como uma relação entre os seres humanos e o mundo ao redor. Intencionalidade é a característica da consciência de ser consciente de algo, ou seja, de ser dirigida a um objeto. Desta forma, o objetivo desta linha de pesquisa é descrever os modos qualitativamente diferentes pelos quais as pessoas experienciam, conceitualizam, percebem e entendem vários tipos de fenômenos (MARTON, 1981). Para isso, o pesquisador fenomenográfico adota uma perspectiva de segunda ordem na qual tenta buscar o modo como as pessoas vêem o mundo (MARTON, 1981). Na fenomenografia, as diferentes formas de ver o mundo são o objeto de pesquisa.

3.4.1. O nascimento da fenomenografia

A fenomenografia nasceu a partir de uma série de estudos empíricos na universidade de Gotemburgo, na Suécia. Nesses estudos, Marton e seus colaboradores queriam investigar as seguintes questões: 1) O que significa dizer que algumas pessoas são melhores aprendizes que outras? e 2) Por que algumas pessoas aprendem melhor que outras? (MARTON, 1994).

Para tentar responder essas questões, os pesquisadores pediram que alguns estudantes lessem um texto sobre o qual deveriam discutir posteriormente. Ao analisarem as respostas dos alunos, os pesquisadores notaram que havia um número limitado de formas diferentes de entender o texto. Essas diferentes formas foram colocadas em categorias, de

acordo com suas semelhanças, e hierarquizadas. Perceberam também que as características individuais dos estudantes, sua experiência de aprendizagem, passada e presente, a qualidade do ensino a que estavam submetidos e a natureza dos procedimentos de avaliação, influenciavam o aprendizado. Os diferentes resultados no processo de aprendizagem também estavam fortemente relacionados com as formas como os participantes da pesquisa se relacionavam com o texto, o tipo de aproximação do sujeito com o ato de aprender.

Nessa pesquisa, Marton identificou uma perspectiva profunda (*deep approach*) e uma perspectiva superficial (*surface approach*) em relação ao aprendizado, dependendo da intenção do estudante ao desempenhar a tarefa. Alguns estudantes tinham uma orientação acadêmica, na qual entendiam a aprendizagem como um desafio intelectual. Outros tinham uma orientação vocacional, na qual viam a aprendizagem como uma forma de obter qualificação para garantir um bom emprego. Alguns estudantes somente memorizavam fatos, atendo-se a aspectos superficiais do texto, enquanto outros focavam mais profundamente os significados subjacentes e procuravam integrar as idéias. As características dos dois tipos de perspectivas estão representadas no quadro:

Quadro 2

Características das perspectivas profunda e superficial de aprendizagem.

Perspectiva profunda	Perspectiva superficial
Intenção de entender o material por si mesmo.	Intenção de reproduzir partes do texto, simplesmente.
Interagir criticamente com o conteúdo.	Aceitar idéias e informações passivamente.
Relacionar idéias com o conhecimento ou experiência prévios.	Concentração somente sobre o que será avaliado.
Usar princípios organizadores para integrar idéias	Não refletir sobre propósitos ou estratégias de aprendizagem.
Relacionar evidências com as conclusões	Memorizar fatos e procedimentos rotineiramente.
Examinar a lógica do argumento	Falha em reconhecer princípios guia ou padrões.

Uma perspectiva profunda foi observada em situações de interesse acadêmico no assunto por si mesmo. Esse tipo de perspectiva era mais comum em aulas que tinham uma boa qualidade ensino e liberdade para o aprendizado. Uma perspectiva superficial estava associada com ansiedade e medo do fracasso e, em alguma extensão, com motivos vocacionais. Aulas que tinham uma grande quantidade de tarefas ou enfatizavam a reprodução de informações detalhadas para realizar provas, tinham maior probabilidade de induzir os estudantes a uma perspectiva superficial de aprendizagem e estudo.

3.4.2. Aspectos Metodológicos

Como já foi mencionado, a fenomenografia é um método de pesquisa empírico (baseado na observação e experiência) que tenta encontrar e sistematizar as formas de pensamento que as pessoas usam para interpretar os aspectos significantes da realidade (MARTON, 1981). É um método que busca estudar a consciência reflexiva dos sujeitos e como eles conceituam os diversos fenômenos do mundo.

Existem várias fontes de informação para a pesquisa fenomenográfica, pois as pessoas podem experimentar as coisas e expressar suas experiências de diversas maneiras. Assim, podem ser utilizadas observações de grupos, desenhos, respostas escritas, entrevistas e documentos históricos. Todavia a entrevista individual vem sendo a fonte de informação mais utilizada (MARTON, 1994).

A entrevista deve ser encarada como um diálogo e deve facilitar a tematização de aspectos até então não tematizados da experiência das pessoas. Esses aspectos passam de irrefletidos a refletidos, ou seja, o sujeito toma consciência deles e cria teorias para poder explicá-los. Os participantes devem falar sobre coisas que muitas vezes não pararam para refletir.

A entrevista fenomenográfica não deve ter muitas questões preparadas antecipadamente, pois muitas questões vão se originar a partir daquilo que os participantes dizem. As questões formuladas durante a entrevista devem ser abertas para que os participantes tenham maior liberdade na escolha das dimensões das questões que queiram responder. Estas dimensões são importantes, pois revelam os aspectos da relevância estrutural

do indivíduo (MARTON, 1986). Durante a entrevista, o pesquisador deve estimular os participantes a refletir sobre o texto, situação ou problema apresentados. As entrevistas são gravadas e transcritas *verbatim* para análise posterior.

Durante a análise das entrevistas, o pesquisador deve se despir de preconceitos e teorias sobre o mundo. Da mesma forma, deve ter em mente que não busca nas entrevistas conceitos considerados “certos” ou “errados”, mas sim por diferentes tipos de conceitos sobre o mundo, pela variação. Essa abordagem é o que Marton (1981, 1986, 1994) chama de perspectiva de segunda ordem: o foco está naquilo que o sujeito pensa a respeito dos fenômenos do mundo. Em contraposição, a perspectiva de primeira ordem se refere às afirmações de como as coisas são, aos fatos. Em vista disso, é preferível pensar em como, por exemplo, os conteúdos escolares são interpretados pelos alunos ao invés de pensar na forma como aparecem nos livros didáticos, pois, muitas vezes, as concepções dos estudantes são diferentes daquela que seus professores e autores de livros didáticos querem que eles aprendam.

A primeira fase da análise consiste na leitura atenta das entrevistas individuais em busca de citações relevantes para a questão investigada. Quando encontradas, as citações devem ser marcadas e seus significados devem ser interpretados. Algumas vezes o significado de uma citação é a própria citação, mas, em geral, deve-se interpretá-la levando-se em conta o contexto de onde foi retirada. É importante lembrar que, muitas vezes, citações idênticas podem ter significados diferentes. Da mesma forma, um mesmo entrevistado pode exibir diferentes conceitos para um mesmo fenômeno. As citações de todas as entrevistas formam um conjunto de citações que serão a base da segunda etapa. Nesta etapa, a atenção é desviada do individual para o coletivo, ou seja, os limites que separam os indivíduos são esquecidos e as citações são analisadas em conjunto. Assim, cada citação tem dois contextos: o da entrevista individual de onde foi retirada e o do conjunto de significados onde está inserida. A interpretação é um processo interativo que leva em conta esses dois contextos .

O resultado do trabalho interpretativo são as categorias de descrição (**quadro 3**) . As citações com significado semelhante são colocadas em uma mesma categoria. O conjunto de categorias forma o **espaço de resultados** (“*outcome space*”) . O espaço de resultados é representado por um número limitado de tipos qualitativamente diferentes de modos de experienciar o fenômeno, ou seja, diferentes categorias de descrição, incluindo a relação entre

elas. Se a entrevista cobre múltiplos tópicos ou múltiplos aspectos de um dado fenômeno, o pesquisador deverá criar um espaço de resultados para cada tópico ou aspecto desse fenômeno. Durante a leitura da entrevista, deve-se focar um aspecto do fenômeno de cada vez, enquanto outros aspectos ficam congelados (AKERLIND, 2002). Segundo Marton, (1994), as categorias de descrição e o espaço de resultados são o principal produto da pesquisa fenomenográfica.

Quadro 3

Espaço de resultados mostrando as categorias de descrição encontradas para o conceito de visão entre estudantes suecos com idade entre 13 e 16 anos (MARTON, 1986).

- A. A ligação entre olhos e objeto é tomada como certa, não é problematizada, nós simplesmente vemos.
- B. Há uma imagem que vai do objeto ao olho. Quando ela alcança os olhos, nós vemos.
- C. Há um raio que sai dos olhos. Quando eles atingem o objeto, nós vemos.
- D. Há raios indo e vindo entre os olhos e o objeto. Os olhos lançam raios que atingem o objeto e daí retornam aos olhos trazendo informações sobre ele.
- E. O objeto reflete luz. Quando a luz atinge os olhos, nós vemos o objeto.

O espaço de resultados obtido na pesquisa é parcial, não é o único possível, pois é o resultado da experiência do pesquisador. Em vista disso, as entrevistas devem constar em sua totalidade e serem reproduzidas fielmente para que outros pesquisadores possam analisá-la.

As categorias de descrição obtidas na análise são testadas contra a totalidade das entrevistas das quais se originaram. Dessa forma, cada categoria será julgada e, se necessário, ajustada. Passam então por um novo confronto contra os dados. Nesse processo, as alterações nas categorias vão diminuindo até que haja um equilíbrio no sistema total de significados.

3.4.3. Generalização, validação e confiabilidade.

Embora as noções de generalização, validação e confiabilidade derivem de uma perspectiva positivista de pesquisa, os pesquisadores que realizam pesquisa qualitativa

também esperam que esses conceitos se apliquem a suas pesquisas. Porém, essas noções devem ser reestruturadas dentro das posições epistemológicas e ontológicas da pesquisa qualitativa (AKERLIND, 2002).

Na fenomenografia, a generalização é qualitativa, nunca quantitativa. Isso porque a amostra da pesquisa não é representativa da população, mas heterogênea, pois o que se busca é a variação de concepções sobre o mundo. Os significados encontrados nas amostras podem corresponder aos tipos de significados encontrados na população. Isso não significa que sejam encontrados em frequências correspondentes.

Validade é considerada como sendo o grau com que os resultados da pesquisa refletem o fenômeno em estudo. Em fenomenografia, o pesquisador deve questionar se seus dados correspondem à experiência humana do fenômeno. Os resultados na pesquisa fenomenográfica são os dados experienciados pelo pesquisador, ou seja, não é um processo objetivo, mas intersubjetivo. Assim, o objetivo da pesquisa deve estar refletida nos métodos que utiliza.

Há duas formas de checar a validade de uma pesquisa (AKERLIND, 2002). A validação comunicativa, na qual a pesquisa é avaliada pelos entrevistados, membros da população de onde a amostra foi retirada e pela comunidade de pesquisadores. A validação pragmática, na qual as utilidades dos resultados da pesquisa são avaliados, ou seja, os resultados da pesquisa são avaliados em relação aos *insights* que fornecem para operar o mundo. Assim, a fenomenografia se desenvolveu com dois propósitos: como uma ferramenta de pesquisa para explicar a natureza da experiência humana e como uma ferramenta educacional para melhorar o ensino e aprendizagem.

Em pesquisa qualitativa, confiança pode ser entendida como o uso de metodologias apropriadas para assegurar a consistência e qualidade na interpretação dos dados. Assim, o pesquisador deve deixar claros seus passos durante a pesquisa. Há duas formas de avaliar a confiabilidade dos dados. A confiabilidade por codificação, na qual dois pesquisadores independentes codificam uma ou todas as entrevistas e comparam a categorização. Quanto maior a concordância, maior a confiabilidade nos resultados. Na **confiabilidade dialógica**, a concordância entre os pesquisadores é alcançada após discussão e crítica mútua

dos dados e das interpretações. Ambos são usados de forma variada em fenomenografia sem que haja um mais popular.

Uma alternativa às formas anteriores de checagem de confiabilidade é o pesquisador deixar claro para os leitores seus passos durante a interpretação e apresentar exemplos para ilustrá-los. Isto implica em registrar as formas pelas quais o pesquisador adotou uma postura crítica em relação as suas interpretações.

3.4.4. Pesquisa Fenomenográfica e Pesquisa Fenomenológica

A fenomenografia tem suas raízes na fenomenologia, mas difere desta última em alguns aspectos importantes: 1: a fenomenologia é um método de pesquisa filosófico em primeira pessoa, ou seja, descreve a experiência do pesquisador; a fenomenografia é um método empírico de pesquisa que descreve a experiência do “outro”. 2: A fenomenologia busca a essência da experiência, ou seja, o invariante, aquilo que é comum; a fenomenografia busca as variações dos conceitos entre os indivíduos. 3: Na fenomenologia, deve-se suspender o pensamento conceitual e priorizar o pensamento imediato, o pré-reflexivo, ou seja, como as pessoas percebem o mundo sem lançar mão de teorias para explicá-lo; a fenomenografia lida tanto com os aspectos conceitual como pré-reflexivo. Essas diferenças influenciam a forma de entrevistar e os tipos de questões que são feitas em cada um dos métodos de pesquisa.

Amedeo Giorgi (1985), investigando os significados que as pessoas atribuem ao fenômeno aprendizagem, provocava os participantes de suas pesquisas dizendo: “relate uma situação onde você aprendeu algo”. Os participantes descreviam, então, situações pelas quais passaram e que sentiam que aprenderam alguma coisa. Esse seria um enfoque fenomenológico na pesquisa. Observa-se que o tipo de questão formulada remete ao pré-reflexivo, onde os participantes descrevem sua experiência e o pesquisador fenomenológico identifica os significados atribuídos ao fenômeno. Os participantes da pesquisa não teorizaram sobre o fenômeno aprender.

Em uma pesquisa fenomenográfica, a provocação poderia ser: “relate o que é aprendizagem para você”. Com tal provocação o indivíduo emite a sua “reflexão” sobre o fenômeno aprendizagem, e esta reflexão poderá envolver um misto de sentimentos, análises, julgamentos e conceitos. Entretanto, este modo próprio de fazer estas relações pode ser

bastante compatível com o modo como outras pessoas pensam a aprendizagem. A pesquisa fenomenográfica busca desvelar isto.

4. As entrevistas

Após o curso, convidei os alunos para as sessões de entrevistas. Preparei algumas questões que seriam utilizadas no sentido de estimular o diálogo com eles. Esperava que, das falas dos entrevistados, surgissem outras questões.

Gravei todas as entrevistas em um gravador de microcassete e depois digitalizei o áudio para facilitar a transcrição. Tentei utilizar outro gravador que parou de funcionar depois de alguns minutos da segunda entrevista.

Das nove entrevistas pude aproveitar somente cinco, pois dois alunos tiveram um surto de risadas durante a entrevista, e outros dois não conseguiram responder às perguntas durante a entrevista. Outros dois alunos, Héracles e Perséfone, dispuseram-se a serem entrevistados num segundo momento, pois o áudio da fita com suas entrevistas estava muito confuso.

Durante as entrevistas, os alunos contaram com um cladograma para poderem analisar. Posteriormente esse cladograma foi substituído por um outro onde somente eram trocados os ramos (A = Orangotango; B = Gorila; C = Chimpanzé; e D = Homem). Este cladograma é mostrado na **figura 8**.

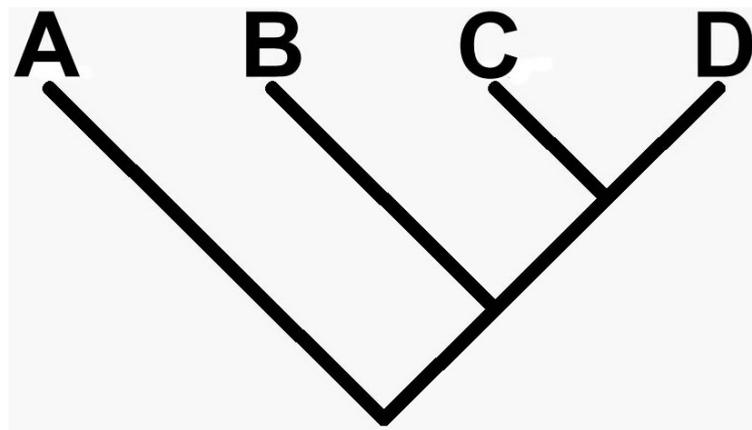


Figura 8. Cladograma mostrado aos alunos durante a entrevista.

4.1. Entrevista – HERMES

- 1 **Entrevistador:** Pra todo lado que você olha você se depara com uma
 2 diversidade grande de seres vivos como plantas, animais e fungos. Isso é
 3 chamado de biodiversidade. Você sabe qual a origem dessa biodiversidade
 4 na Terra?
- 5 **Hermes:** Bom, os seres vão se separando, vão evoluindo.
- 6 **Entrevistador:** Como assim, se separando?
- 7 **Hermes:** Bom, através de barreiras físicas ou uma coisa assim que impeça o
 8 caminho.
- 9 **Entrevistador:** Que tipo de barreira física?
- 10 **Hermes:** Montanha, rio.
- 11 **Entrevistador:** E o que isso tem a ver com a evolução?
- 12 **Hermes:** Bom, por que é assim: os dois se separando em dois grupos, né, aí
 13 os... o grupo vai... um grupo vai (áudio confuso) daquele grupo e conforme
 14 o tempo vão surgindo mutações e vão sendo distribuídas entre os
 15 descendentes daquele grupo e o outro vai ter outro tipo de mutação e no
 16 futuro pode gerar duas espécies diferentes.
- 17 **Entrevistador:** Você sabe o nome desse processo?
- 18 **Hermes:** ...
- 19 **Entrevistador:** Isso tem um nome na biologia
- 20 **Hermes:** ...
- 21 **Entrevistador:** Especiação, a formação de novas espécies. Você falou da
 22 evolução. O que é evolução?
- 23 **Hermes:** Evolução é mudar.
- 24 **Entrevistador:** Mudar como?
- 25 **Hermes:** Adaptar melhor ao ambiente que você vive.
- 26 **Entrevistador:** E como ocorre essa adaptação?
- 27 **Hermes:** Bom, de acordo com o que você precisa pra sobreviver.
- 28 **Entrevistador:** E como é que o bicho sabe que ele precisa daquilo pra
 29 sobreviver?
- 30 **Hermes:** Não, ele não precisa ele vai... sei lá.
- 31 **Entrevistador:** Você pode dar um exemplo? Talvez com o exemplo fique
 32 mais fácil.
- 33 **Hermes:** Do grilo serve?
- 34 **Entrevistador:** Serve, se você consegue falar sobre ele.
- 35 **Hermes:** Que os gafanhotos marrons deram origem ao gafanhoto verde e
 36 esses marrons ficavam nos troncos das árvores aí o verde era facilmente
 37 predado no tronco e aí ele foi pra folha, certo? Aí foi aumentando a
 38 população dele e ele foi se diferenciando do marrom (áudio confuso) e
 39 depois de muito tempo os dois não se reconheciam mais e surgiram duas
 40 novas espécies.
- 41 **Entrevistador:** Como surgiu um gafanhoto verde no meio dos marrons?
- 42 **Hermes:** Através da mutação.
- 43 **Entrevistador:** E onde ocorre essa mutação?
- 44 **Hermes:** Nos genes do gafanhoto.
- 45 **Entrevistador:** E onde esta adaptação nisso tudo que você falou?
- 46 **Hermes:** A partir do momento que a população dele começa a cair, do
 47 verde, sendo que ele fica no tronco, aí ele vai pra folha e vê que a população

48 dele começa a crescer na folha, se desenvolver melhor na folha e permanece
49 por lá.

50 **Entrevistador:** O gafanhoto percebe que ele está se dando melhor na folha
51 verde?

52 **Hermes:** Não... também é porque a população dele vai aumentando,
53 aumentando e o predador vai ter dificuldade de achar ele porque ele é verde
54 na folha verde.

55 **Entrevistador:** O que eu quero saber é o seguinte, a adaptação surge
56 conscientemente por parte do bicho ou não?

57 **Hermes:** Não.

58 **Entrevistador:** É uma coisa inconsciente?

59 **Hermes:** Mais ou menos.

60 **Entrevistador:** Mais ou menos por que?

61 **Hermes:** Por que o ambiente seleciona as espécies, não é?

62 **Entrevistador:** Como?

63 **Hermes:** As mais resistentes e as mais adaptadas sobrevivem.

64 **Entrevistador:** E como apareceu a adaptação? Ela surgiu como uma
65 resposta a mudança do meio ou ela já existia?

66 **Hermes:** Surgiu como uma resposta ao meio.

67 **Entrevistador:** Então o meio muda e aí o bicho muda?

68 **Hermes:** Ele é obrigado a mudar, né, senão entra em extinção.

69 **Entrevistador:** Então você pensa o seguinte, vou te dar um exemplo: você
70 disse que a adaptação surge como uma resposta ao meio, mas será que dá
71 tempo dessa mutação surgir enquanto o meio está mudando? Por exemplo,
72 Se você tiver uma população pelada, sem pelo, e começa a esfriar, o
73 ambiente vai ficando cada vez mais frio, será que esses bichos vão
74 desenvolver pelos para poder sobreviver?

75 **Hermes:** Não, quem tem um pouco de pelos tem mais chance de sobreviver.

76 **Entrevistador:** Mas você disse que a adaptação surge como uma resposta
77 ao meio. Então, pelo que você falou, deveria surgir a adaptação porque o
78 meio está mudando. E aí?

79 **Hermes:** Então não! Quem já está adaptado sobrevive quando o meio muda
80 e quem não esta morre.

81 **Entrevistador:** Mas os bichos sabem que eles estão adaptados?

82 **Hermes:** Não

83 **Entrevistador:** É, essa coisa acontece ao acaso, aparece a mutação e ela não
84 serve pra nada até que o ambiente mude. Você falou de seleção natural. O
85 que é seleção natural?

86 **Hermes:** Bom, ela seleciona os indivíduos que vão viver.

87 **Entrevistador:** Baseado em que?

88 **Hermes:** Baseado no mais adaptado, no mais desenvolvido, no que tem
89 melhores condições para sobreviver.

90 **Entrevistador:** Lembra do filme que nos vimos sobre as ilhas Galápagos,
91 onde os lagartos passaram a nadar na água marinha? O que a seleção natural
92 pode ter feito por aquele bicho?

93 **Hermes:** Bom, eles não começaram a nadar de uma vez. Com o tempo eles
94 foram... eles tiveram a necessidade de mudar porque eles na terra, por
95 exemplo, eles não estavam se dando bem e foram aos poucos entrando nos
96 mares, nos rios.

97 **Entrevistador:** Você falou que eles tiveram a necessidade de mudar?

- 98 **Hermes:** É, mais ou menos, ué!
- 99 **Entrevistador:** Então é uma coisa assim: “ah aqui na terra não está bom,
100 vamos mudar para a água”?
- 101 **Hermes:** Não.
- 102 **Entrevistador:** Quando você olha pra dois seres vivos e eles são muito
103 parecidos, você pode dizer que eles são parentes?
- 104 **Hermes:** Não.
- 105 **Entrevistador:** Por que?
- 106 **Hermes:** Por que tem que ter um ancestral comum pra ser parente.
- 107 **Entrevistador:** Por que você não pode afirmar com certeza que eles não são
108 parentes?
- 109 **Hermes:** Porque é assim, pelas homologias e analogias.
- 110 **Entrevistador:** O que é uma coisa e outra e o que tem a ver com o fato de
111 serem parecidos?
- 112 **Hermes:** Bom, é que ele tem asa, por exemplo, mas a asa serve pra voar,
113 mas o pássaro e o morcego, por exemplo, tem asa só que é uma analogia.
- 114 **Entrevistador:** O que é uma analogia?
- 115 **Hermes:** As duas coisas servem pra mesma coisa, mas não são parentes.
- 116 **Entrevistador:** E homologia?
- 117 **Hermes:** Homologia, no caso, são parentes.
- 118 **Entrevistador:** E como a gente pode saber quando é parente ou não?
- 119 **Hermes:** Pela característica principal deles.
- 120 **Entrevistador:** E quais características podem ser essas?
- 121 **Hermes:** Vão ter, por exemplo, nos mamíferos, glândulas mamárias, pelos.
- 122 **Entrevistador:** Por que os mamíferos têm essas características em comum?
- 123 **Hermes:** Por que eles tiveram um ancestral comum.
- 124 **Entrevistador:** Os cientistas procuram organizar a diversidade ao nosso
125 redor através das classificações, da sistemática. Quais critérios são
126 utilizados para fazer essas classificações?
- 127 **Hermes:** As características.
- 128 **Entrevistador:** Quais características?
- 129 **Hermes:** Derivadas.
- 130 **Entrevistador:** O que são características derivadas?
- 131 **Hermes:** Que se originam é... primeiro você tem que comparar o grupo
132 externo. O que o grupo externo tiver, que foi o primeiro bichinho que deu
133 origem aos outros, daí pra frente todas as características que não tiver no
134 grupo externo vai ser derivada. O que mudou no grupo externo vai ser
135 derivada.
- 136 **Entrevistador:** Pra que serve o grupo externo?
- 137 **Hermes:** Pra comparar.
- 138 **Entrevistador:** O que é cladística?
- 139 **Hermes:** A organização dos seres pelo ancestral.
- 140 **Entrevistador:** Como?
- 141 **Hermes:** Por sua origem. Organizar ele pela sua origem.
- 142 **Entrevistador:** Existem várias formas de classificar os seres vivos, a
143 cladística é uma delas. Qual a diferença da cladística e dos outros métodos?
- 144 **Hermes:** Bom, acho... É a mais correta. É a melhor forma de organizar os
145 seres vivos.
- 146 **Entrevistador:** Por que é a melhor forma? Baseado em que você afirma
147 isso?

- 148 **Hermes:** Bom, com os estudos que foram realizados pra chegar a essas
149 características.
- 150 **Entrevistador:** E qual é a conclusão desses estudos?
- 151 **Hermes:** ...
- 152 **Entrevistador:** Por que você acha que é melhor, baseado no que você
153 aprendeu?
- 154 **Hermes:** ...
- 155 **Entrevistador:** O que a cladística leva em consideração que os outros
156 métodos não leva?
- 157 **Hermes:** O ancestral, a evolução.
- 158 **Entrevistador:** Quando você olha para um cladograma, qual o significado
159 que ele tem para você?
- 160 **Hermes:** Bom, ele mostra a evolução no período de tempo. Aqui são os
161 seres mais adaptados (mostra A, B, C e D no cladograma).
- 162 **Entrevistador:** Mais adaptados?
- 163 **Hermes:** Os que estão mais adaptados estão no topo do cladograma.
- 164 **Entrevistador:** Adaptados ao que?
- 165 **Hermes:** Estão sobrevivendo no ambiente em que eles vivem.
- 166 **Entrevistador:** Como assim? Olhando para esse cladograma, quais são os
167 adaptados?
- 168 **Hermes:** A, B, C e D.
- 169 **Entrevistador:** Todos os que estão em cima são adaptados?
- 170 **Hermes:** São.
- 171 **Entrevistador:** Eu posso dizer que um é mais evoluído do que o outro nesse
172 cladograma?
- 173 **Hermes:** Não... Não! Evoluído pode, adaptado não, todos são adaptados.
- 174 **Entrevistador:** Qual deles é mais evoluído?
- 175 **Hermes:** O mais evoluído? Mais evoluído assim como?
- 176 **Entrevistador:** Mais evoluído! O que é um organismo evoluído pra você?
- 177 **Hermes:** Mudar
- 178 **Entrevistador:** Evoluir é mudar?
- 179 **Hermes:** Evoluir é mudar.
- 180 **Entrevistador:** Algum desses organismos aí é mais evoluído do que o
181 outro, A, B, C ou D?
- 182 **Hermes:** Acho que o D é o mais evoluído.
- 183 **Entrevistador:** Por que?
- 184 **Hermes:** Bom, por que ele tem as mais diferentes características que os
185 outros.
- 186 **Entrevistador:** Eu vou mudar minha pergunta. Eu posso dizer que todos
187 eles vivem no mesmo ambiente olhando para o cladograma?
- 188 **Hermes:** Não.
- 189 **Entrevistador:** Podem viver em ambientes diferentes?
- 190 **Hermes:** Podem.
- 191 **Entrevistador:** Vamos supor que o A vivesse em um ambiente aquático e o
192 D em um ambiente terrestre, qual deles seria o mais evoluído?
- 193 **Hermes:** Nenhum
- 194 **Entrevistador:** Por que você mudou de idéia agora?
- 195 **Hermes:** Pelo exemplo que você citou, ué.
- 196 **Entrevistador:** Por que surgiram tantos organismos diferentes nesse
197 cladograma?

- 198 **Hermes:** Bom, por que eles foram mudando, ué.
- 199 **Entrevistador:** Olhando pra esse cladograma aí, como ocorreu essa
- 200 mudança.
- 201 **Hermes:** Através de mutação, todos aqueles fatores lá.
- 202 **Entrevistador:** Qual desses bichos aí, é o mais primitivo?
- 203 **Hermes:** É o A.
- 204 **Entrevistador:** O que é ser primitivo?
- 205 **Hermes:** É ter a maioria das características que o ancestral têm.
- 206 **Entrevistador:** E qual é o mais derivado?
- 207 **Hermes:** O D.
- 208 **Entrevistador:** Só o D?
- 209 **Hermes:** O B, C e D.
- 210 **Entrevistador:** B, C e D?
- 211 **Hermes:** Mais que o A.
- 212 **Entrevistador:** E mais que o B, quem seria?
- 213 **Hermes:** O C e D.
- 214 **Entrevistador:** Onde é que fica, nesse cladograma, o ancestral de todo
- 215 mundo.
- 216 **Hermes:** No nó que liga o A e o B
- 217 **Entrevistador:** Esse ancestral existe ainda?
- 218 **Hermes:** Não.
- 219 **Entrevistador:** Por que?
- 220 **Hermes:** Por que ele não aparece no cladograma, ele foi extinto, ele mudou.
- 221 **Entrevistador:** Ele mudou e deu origem ao que?
- 222 **Hermes:** Aos outros seres do cladograma.
- 223 **Entrevistador:** Por que ele mudou?
- 224 **Hermes:** Teve necessidade de mudar, ué, senão ia morrer.
- 225 **Entrevistador:** Por que aquele ancestral no nó do cladograma deu origem a
- 226 quatro espécies diferentes, A, B, C e D? O que acontece para que surja essa
- 227 diversidade de espécies?
- 228 **Hermes:** Foi se separando.
- 229 **Entrevistador:** Como?
- 230 **Hermes:** Através de barreiras físicas, essas coisas.
- 231 **Entrevistador:** Só o fato delas se separarem garante que elas originem
- 232 espécies diferentes?
- 233 **Hermes:** Creio que sim, ué.
- 234 **Entrevistador:** Basta separar que as diferenças aparecem?
- 235 **Hermes:** Se eles não se encontrarem durante um longo período de tempo
- 236 seus ancestrais serão diferentes.
- 237 **Entrevistador:** Mas a separação em si provoca evolução?
- 238 **Hermes:** Não, acho que não, a seleção natural também.
- 239 **Entrevistador:** O que é a seleção natural nesse contexto?
- 240 **Hermes:** Bom, que as adaptadas ao ambiente foram sobrevivendo, foram
- 241 dando origem a outros seres mais adaptados ainda e assim sucessivamente.
- 242 **Entrevistador:** Qual dessas espécies é a mais antiga e está há mais tempo
- 243 adaptada ao meio ambiente?
- 244 **Hermes:** A A.
- 245 **Entrevistador:** Por que?
- 246 **Hermes:** Por que ela não mudou desde que ela se separou.

- 247 **Entrevistador:** Você falou dos ancestrais de A, B, C e D e disse que eles
248 entraram em extinção. Por que um bicho entra em extinção?
- 249 **Hermes:** Porque ele não tem mais condições de viver no ambiente dele.
- 250 **Entrevistador:** Por que?
- 251 **Hermes:** Alimento.
- 252 **Entrevistador:** Por exemplo?
- 253 **Hermes:** ...
- 254 **Entrevistador:** Pense em um homínídeo. Por que ele se extinguiu?
- 255 **Hermes:** Porque competiu com outros homens mais evoluídos que ele.
- 256 **Entrevistador:** Por que os outros eram mais evoluídos?
- 257 **Hermes:** Mais adaptados que ele.
- 258 **Entrevistador:** Adaptados ao que?
- 259 **Hermes:** A sobreviver num determinado ambiente, ué.
- 260 **Entrevistador:** Então, o que provoca a extinção do seres vivos.
- 261 **Hermes:** Não conseguir sobreviver mais no ambiente que eles vivem.
- 262 **Entrevistador:** Por que ele não sobrevive mais no ambiente?
- 263 **Hermes:** Alguma mudança que aconteceu no ambiente.
- 264 **Entrevistador:** Por que a gente faz classificações através de cladogramas?
265 Você vê alguma vantagem nisso?
- 266 **Hermes:** Vejo.
- 267 **Entrevistador:** Por exemplo?
- 268 **Hermes:** Por exemplo, um bicho pra você produzir algum alimento, tipo
269 leite, tem que classificar as coisas senão não dá certo.
- 270 **Entrevistador:** E o que mais?
- 271 **Hermes:** Por exemplo, uma cobra você tem que classificar por causa do
272 veneno.
- 273 **Entrevistador:** Por que usar um cladograma? Não pode classificar de outro
274 jeito, por exemplo, uma lista de cobras venenosas? Por que os cientistas
275 preferem usar cladogramas ao invés de fazer listas de cobras venenosas,
276 animais que fornecem alimento?
- 277 **Hermes:** ...
- 278 **Entrevistador:** O que os cladogramas têm que as outras formas de
279 classificar não têm?
- 280 **Hermes:** O fator evoluir
- 281 **Entrevistador:** No cladograma, o que A, B e C têm em comum?
- 282 **Hermes:** O ancestral comum.
- 283 **Entrevistador:** O que significa isso em termos práticos ou econômicos,
284 como você citou?
- 285 **Hermes:** Nada.
- 286 **Entrevistador:** Nada?
- 287 **Hermes:** No momento eu acho assim
- 288 **Entrevistador:** Vamos pensar no seguinte, imagine que o D seja um
289 organismo que produza um potente analgésico, qual dos organismos do
290 cladograma têm a maior probabilidade de ter a mesma substância?
- 291 **Hermes:** O C.
- 292 **Entrevistador:** Por que?
- 293 **Hermes:** Porque ele tem um ancestral comum com o D.
- 294 **Entrevistador:** Você consegue enxerga uma importância econômica agora
295 baseada nesse exemplo?
- 296 **Hermes:** Sim.

- 297 **Entrevistador:** Lembra do exemplo das rãs? Se você consegue determinar o
298 parentesco dos animais fica mais fácil pesquisar as substâncias que eles têm.
299 É difícil entender como funciona um cladograma?
300 **Hermes:** Como funciona, não.
301 **Entrevistador:** É difícil fazer um cladograma?
302 **Hermes:** O cladograma?
303 **Entrevistador:** É!
304 **Hermes:** Tem um grau de dificuldade.
305 **Entrevistador:** Os termos da cladística são difíceis de entender?
306 **Hermes:** (áudio confuso)
307 **Entrevistador:** Mas e se você comparar esses termos da cladística com os
308 outros que você encontra na biologia, de uma forma geral?
309 **Hermes:** Os termos da biologia?
310 **Entrevistador:** Por exemplo, você vai estudar biologia celular e vai ver
311 complexo de golgi, reticulo endoplasmático, lisossomos, etc. O conceito que
312 está por traz das palavras da cladística é mais difícil de entender do que os
313 outros conceitos da biologia? Por exemplo, você entende o que é
314 especiação?
315 **Hermes:** Entendo.
316 **Entrevistador:** A palavra especiação traz alguma dificuldade para você?
317 **Hermes:** Ó, eu sei o que significa especiação, entendeu, mas se eu não
318 tivesse feito esse curso eu não ia saber o significado.
319 **Entrevistador:** As palavras que você aprende, fazem sentido?
320 **Hermes:** Fazem.
321 **Entrevistador:** E sinapomorfia, plesiomorfia, fazem sentido?
322 **Hermes:** ...
323 **Entrevistador:** Depois de um tempo a gente trocou os termos. Ao invés de
324 apomorfia usamos caráter derivado e ao invés de plesiomorfia usamos
325 caráter primitivo. Foi melhor fazer essa troca?
326 **Hermes:** Fica mais fácil.
327 **Entrevistador:** Por que?
328 **Hermes:** Você já sabe o que é derivado e primitivo.
329 **Entrevistador:** Quando você olha um cladograma, quem é o grupo irmão
330 do homem?
331 **Hermes:** O chimpanzé.
332 **Entrevistador:** E o ancestral?
333 **Hermes:** O gorila.
334 **Entrevistador:** O gorila é o ancestral de quem?
335 **Hermes:** Do homem e do chimpanzé.
336 **Entrevistador:** Tem certeza?
337 **Hermes:** É...
338 **Entrevistador:** Olha esse cladograma (mostro o cladograma B). Quem é o
339 ancestral do homem e do chimpanzé?
340 **Hermes:** O gorila.
341 **Entrevistador:** Por que o gorila?
342 **Hermes:** O mesmo ancestral do homem e do chimpanzé?
343 **Entrevistador:** É
344 **Hermes:** Ele sumiu. O mesmo ancestral do homem e do chimpanzé, ele
345 sumiu.
346 **Entrevistador:** E o gorila, o que ele é do homem e do chimpanzé?

- 347 **Hermes:** É um parente.
- 348 **Entrevistador:** E o chimpanzé em relação ao homem?
- 349 **Hermes:** Irmão, grupo irmão, não é?
- 350 **Entrevistador:** E o gorila em relação ao homem e ao chimpanzé?
- 351 **Hermes:** ...
- 352 **Entrevistador:** É o grupo irmão também. É possível encontrar o ancestral
- 353 do homem e do chimpanzé?
- 354 **Hermes:** O ancestral do homem e do chimpanzé? Não.
- 355 **Entrevistador:** Nós lemos um texto que mostrava a Luzia que era um ser
- 356 humano brasileiro primitivo, um texto sobre o homem de neanderthal e
- 357 outro sobre diferentes hominídeos. Onde estão esses bichos no nosso
- 358 cladograma?
- 359 **Hermes:** Eles não estão no cladograma.
- 360 **Entrevistador:** Onde estão então?
- 361 **Hermes:** Viraram... Se extinguiram.
- 362 **Entrevistador:** Por que?
- 363 **Hermes:** Por que eles tiveram que competir com os mais adaptados.
- 364 **Entrevistador:** Por causa disso entraram em extinção?
- 365 **Hermes:** Foram tendo dificuldades ao longo do tempo para sobreviver.
- 366 **Entrevistador:** Isso pode acontecer com homem atual?
- 367 **Hermes:** A menos que ocorra uma catástrofe porque o homem é o ser mais
- 368 evoluído da Terra.
- 369 **Entrevistador:** Você acha?
- 370 **Hermes:** Eu acho. Mais desenvolvido.
- 371 **Entrevistador:** Mais desenvolvido em que sentido?
- 372 **Hermes:** Sentido tecnológico. Cultiva os próprios alimentos.
- 373 **Entrevistador:** Dá um exemplo do desenvolvimento tecnológico.
- 374 **Hermes:** Foguete, computador...
- 375 **Entrevistador:** E científico?
- 376 **Hermes:** Descobrir a cura pra uma determinada doença.
- 377 **Entrevistador:** Você falou que o homem atual pode entrar em extinção por
- 378 causa de uma catástrofe. Só dessa forma o homem pode provocar sua
- 379 própria extinção.
- 380 **Hermes:** Não, desmatar, acabar com os recursos naturais, Não tiver controle
- 381 do que ele faz aqui.
- 382 **Entrevistador:** Você falou de ciência e tecnologia. Como você vê a ciência
- 383 e a tecnologia?
- 384 **Hermes:** Bom, a intenção de quem se aprofunda nisso aí é melhorar a vida
- 385 da gente.
- 386 **Entrevistador:** Mas será que isso sempre acontece?
- 387 **Hermes:** Não, nem sempre.
- 388 **Entrevistador:** Por que?
- 389 **Hermes:** Por que cai em mãos erradas e aí o cara vai fazer pólvora, armas
- 390 biológicas, essas coisas.
- 391 **Entrevistador:** Em vista disso, qual o papel do cientista na sociedade?
- 392 **Hermes:** Acho que o cientista tem que melhorar a sociedade, ué?
- 393 **Entrevistador:** Como?
- 394 **Hermes:** Usando a ciência para o bem.
- 395 **Entrevistador:** O que é usar a ciência para o bem?
- 396 **Hermes:** Fazer coisas que possam ajudar a população e não acabar com ela.

- 397 **Entrevistador:** A ciência é uma coisa boa?
- 398 **Hermes:** Depende. Depende de como você vai usar.
- 399 **Entrevistador:** Você conhece algum tipo de ciência ruim?
- 400 **Hermes:** Armas biológicas, armas químicas, por exemplo, essas coisas.
- 401 **Entrevistador:** O homem ainda evolui?
- 402 **Hermes:** Não.
- 403 **Entrevistador:** Por que não.
- 404 **Hermes:** Por causa da cultura. Por exemplo, se a gente não tivesse cultura,
- 405 assim, a gente poderia abandonar um filho deficiente por que ele não ia
- 406 poder fazer nada, né?
- 407 **Entrevistador:** O que é cultura de acordo com o seu ponto de vista?
- 408 **Hermes:** O que é cultura? Como eu posso falar o que é cultura? É o que
- 409 você aprende desde pequeno e o que a sociedade impõe um pouco.
- 410 **Entrevistador:** Como a cultura afeta a evolução do homem?
- 411 **Hermes:** Você pode produzir seres humanos de acordo com as
- 412 características melhores.
- 413 **Entrevistador:** Você falou que o homem não evolui por causa da cultura e
- 414 deu o exemplo do deficiente físico que você não rejeita. Você pode dar um
- 415 exemplo de alguma produção humana que impeça a evolução do homem?
- 416 **Hermes:** Aquilo que o homem produziu?
- 417 **Entrevistador:** Por exemplo, o texto da evolução da cor da pele. Qual a
- 418 relação entre cultura e evolução naquele texto.
- 419 **Hermes:** ...
- 420 **Entrevistador:** Sobre o que o texto falava?
- 421 **Hermes:** A evolução da cor da pele de acordo com a região, lá.
- 422 **Entrevistador:** Explica melhor.
- 423 **Hermes:** Bom, você vive em uma região que recebe uma alta quantidade de
- 424 raios UV, é preferencial você ter uma pele escura senão destrói o... como
- 425 chama?
- 426 **Entrevistador:** Ácido fólico.
- 427 **Hermes:** Você ter a pele clara nesse lugar (áudio perdido).
- 428 **Entrevistador:** Então como deveria ser a pele de uma pessoa que vivesse na
- 429 região tropical?
- 430 **Hermes:** Mais escura.
- 431 **Entrevistador:** E como deveria ser a pele de uma pessoa que vivesse no
- 432 pólo norte?
- 433 **Hermes:** Clara
- 434 **Entrevistador:** Por que?
- 435 **Hermes:** Porque se a pessoa tiver a pele clara no pólo norte vai ser mais
- 436 difícil para ela absorver a vitamina D.
- 437 **Entrevistador:** Isso pra pele clara?
- 438 **Hermes:** Escura!
- 439 **Entrevistador:** Como tem que ser a pele de uma pessoa que vive no norte?
- 440 **Hermes:** Clara
- 441 **Entrevistador:** E se fosse um negro?
- 442 **Hermes:** Ia ter problemas ué.
- 443 **Entrevistador:** Por que?
- 444 **Hermes:** Formação do embrião.
- 445 **Entrevistador:** Por que a pele escura é desvantajosa para quem vive em
- 446 locais com pouca radiação?

- 447 **Hermes:** Por que a melanina impede a entrada dos raios pra produzir
448 vitamina D.
- 449 **Entrevistador:** E por que hoje existem negros vivendo no norte e brancos
450 vivendo nos trópicos?
- 451 **Hermes:** Pelo fato de terem meios hoje que você consegue sobreviver em
452 outro lugar.
- 453 **Entrevistador:** O que o branco tem para viver no trópico?
- 454 **Hermes:** Casa, roupa, chapéu, protetor solar, essas coisas.
- 455 **Entrevistador:** E o negro, o que tem para viver no norte.
- 456 **Hermes:** Vitamina D. Ele pode ingerir vitamina D pela alimentação.
- 457 **Entrevistador:** E o homem pode guiar a evolução das alguma espécies?
- 458 **Hermes:** Pode.
- 459 **Entrevistador:** Como?
- 460 **Hermes:** Pode selecionar artificialmente.
- 461 **Entrevistador:** E o que é isso, seleção artificial?
- 462 **Hermes:** As melhores... que produzem mais coisas que o homem está
463 interessado, as melhores dessas espécies vão se reproduzir entre eles.
- 464 **Entrevistador:** E o que você acha disso?
- 465 **Hermes:** Bom.
- 466 **Entrevistador:** E se o homem pudesse fazer o que ele faz com os outros
467 animais com o próprio ser humano, como no filme GATTACA?
- 468 **Hermes:** De certa forma é bom.
- 469 **Entrevistador:** Por que?
- 470 **Hermes:** Porque você elimina todas as características ruins, todos os
471 defeitos que o ser humano tem.
- 472 **Entrevistador:** Que tipo de defeito? Defeito moral ou defeito físico?
- 473 **Hermes:** Não, acho que defeito moral não tem nada a ver com DNA não.
- 474 **Entrevistador:** O defeito moral seria relacionado com o que?
- 475 **Hermes:** Com a sua criação. Como você foi criado.
- 476 **Entrevistador:** Então você acha, por exemplo, que o fato de uma pessoa ser
477 criminosa, ser violenta...
- 478 **Hermes:** Não tem nada a ver com gene, não.
- 479 **Entrevistador:** Depende do meio em que ela vive?
- 480 **Hermes:** Eu acho que sim.
- 481 **Entrevistador:** E se você pudesse escolher as características do seu filho
482 como cor do olho, pele e altura?
- 483 **Hermes:** Isso é errado.
- 484 **Entrevistador:** Por que?
- 485 **Hermes:** Bom, por que isso aí eu acho que você não deve mexer. Você deve
486 mexer só no... se eu tenho problema cardíaco, uma série de coisas assim.
- 487 **Entrevistador:** Como você vê a biologia enquanto estudante do ensino
488 médio?
- 489 **Hermes:** Como eu vejo?
- 490 **Entrevistador:** É
- 491 **Hermes:** Eu acho interessante a biologia.
- 492 **Entrevistador:** Por que?
- 493 **Hermes:** Por que? Porque ela cobre várias coisas e mostra o mundo pra
494 gente de um jeito que a gente não vê.
- 495 **Entrevistador:** E a física não mostra?

- 496 **Hermes:** Mostra, mas no meu caso eu gosto mais de biologia do que de
497 física, ciências esse negócio, bem mais do que física.
- 498 **Entrevistador:** Mas a física é uma ciência...
- 499 **Hermes:** Ciência que eu falo é biologia.
- 500 **Entrevistador:** O que a biologia tem que a física não tem?
- 501 **Hermes:**
- 502 **Entrevistador:** Você gosta de biologia e não sabe porque?
- 503 **Hermes:** Bom, não é pelo simples fato de gostar é que eu... eu acho
504 interessante, ué.
- 505 **Entrevistador:** E dentro da biologia, tem alguma coisa que te chama mais a
506 atenção?
- 507 **Hermes:** Aquele negócio de célula eu acho bacana, carboidratos, essas
508 coisas assim eu acho legal.
- 509 **Entrevistador:** E o curso que você fez, em que contribuiu na sua formação?
- 510 **Hermes:** Bom, ajudou um pouco ué, porque vai que eu me decido fazer
511 algo nesse ramo.
- 512 **Entrevistador:** Que ramo?
- 513 **Hermes:** Biotecnologia
- 514 **Entrevistador:** E como estudante, como pessoa, te ajudou em alguma
515 coisa? Mudou alguma coisa?
- 516 **Hermes:** Mudou.
- 517 **Entrevistador:** O que mudou?
- 518 **Hermes:** Que a gente não pode julgar as coisas simplesmente porque
519 parecem. Por que tem uma mesma semelhança, alguma coisa assim.
- 520 **Entrevistador:** isso em relação aos animais?
- 521 **Hermes:** É
- 522 **Entrevistador:** E em relação aos seres humanos?
- 523 **Hermes:** Também.
- 524 **Entrevistador:** Por exemplo.
- 525 **Hermes:** Racismo, assim, por exemplo, eu acho a maior besteira do mundo
526 é racismo.
- 527 **Entrevistador:** Por que.
- 528 **Hermes:** Porque você não pode julgar uma pessoa pela cor da pele dela.
- 529 **Entrevistador:** Por que não?
- 530 **Hermes:** Porque não, ué! Acho que o homem conta só... o cérebro do cara.
- 531 **Entrevistador:** O cérebro? Você acha que todos os cérebros são iguais?
- 532 Têm, potenciais iguais?
- 533 **Hermes:** ...
- 534 **Entrevistador:** Quando você descobriu que o curso tratava de evolução,
535 como você se sentiu?
- 536 **Hermes:** Eu me interessei. Eu me dediquei o máximo que eu pude no curso.
- 537 **Entrevistador:** Você é uma pessoa religiosa?
- 538 **Hermes:** Não
- 539 **Entrevistador:** Você acredita em Deus?
- 540 **Hermes:** Depende. Mais ou menos.
- 541 **Entrevistador:** Como assim mais ou menos?
- 542 **Hermes:** Eu acredito no que eu vejo.
- 543 **Entrevistador:** Mas você vê Deus?
- 544 **Hermes:** Não!
- 545 **Entrevistador:** Então você não acredita!

- 546 **Hermes:** Bom, mas eu já vi muita coisa, milagre...
- 547 **Entrevistador:** Você já viu milagre?
- 548 **Hermes:** Já vi não, já fiquei sabendo.
- 549 **Entrevistador:** Você vai à igreja?
- 550 **Hermes:** Não.
- 551 **Entrevistador:** Uma pessoa pode ser religiosa e ao mesmo tempo ser um
- 552 cientista? Estudar a evolução?
- 553 **Hermes:** Pode ser, mas vai complicar muito a vida do cara.
- 554 **Entrevistador:** Como?
- 555 **Hermes:** Porque ele vai tá sempre jogando a ciência contra Deus e Deus
- 556 contra a ciência. O cara vai ficar louco.
- 557 **Entrevistador:** Mas não dá pra ser um cientista religioso?
- 558 **Hermes:** Dá, mas tem que separar bem as coisas.
- 559 **Entrevistador:** O ser humano consegue fazer isso?
- 560 **Hermes:** Eu acho que consegue.
- 561 **Entrevistador:** Você consegue?
- 562 **Hermes:** Mais ou menos.
- 563 **Entrevistador:** E depois do curso, como você vê a evolução?
- 564 **Hermes:** Eu tinha noção já de evolução. Eu já li alguma coisa a esse
- 565 respeito, mas aprendi muito mais fazendo o curso.
- 566 **Entrevistador:** Teve algum momento em que você teve maior dificuldade.
- 567 **Hermes:** Dificuldade, dificuldade não.
- 568 **Entrevistador:** O que foi cansativo?
- 569 **Hermes:** A história do Darwin.
- 570 **Entrevistador:** A história do Darwin ou a leitura do texto?
- 571 **Hermes:** Ler o texto.
- 572 **Entrevistador:** Como a gente estuda se não ler o texto?
- 573 **Hermes:** Cansativo não pelo texto. O texto em si é interessante.
- 574 **Entrevistador:** E se a leitura fosse feita na sua casa?
- 575 **Hermes:** Eu me concentraria melhor.
- 576 **Entrevistador:** Qual o momento do curso foi mais interessante?
- 577 **Hermes:** Biotecnologia, eu achei legal.
- 578 **Entrevistador:** Qual aspecto da biotecnologia?
- 579 **Hermes:** Melhoramento de plantas, essas coisas de alimentação,
- 580 transgênicos, essas coisas.
- 581 **Entrevistador:** Você vê uma relação disso com a evolução?
- 582 **Hermes:** Sim, mas de uma forma artificial.
- 583 **Entrevistador:** Artificial?
- 584 **Hermes:** É, você mudar as coisas que você está interessado.
- 585 **Entrevistador:** Seleção artificial! Você consegue visualizar a evolução em
- 586 um cladograma?
- 587 **Hermes:** A partir de hoje sim, mas antes não.
- 588 **Entrevistador:** Você quer fazer algum comentário do curso?
- 589 **Hermes:** O curso foi bom.
- 590 **Entrevistador:** Como assim bom?
- 591 **Hermes:** Por que eu tirei proveito dele.
- 592 **Entrevistador:** O que é tirar proveito?
- 593 **Hermes:** Me ajudou a entender algumas coisas.

4.2. Entrevista – DEMÉTER

- 1 **Entrevistador:** Ao nosso redor existe uma imensa quantidade de animais,
 2 plantas e microorganismos. Essa é a biodiversidade. Como essa
 3 biodiversidade se originou?
- 4 **Deméter:** Na minha opinião Deus criou primeiramente e depois, através do
 5 que já existia, foi surgindo o que hoje existe.
- 6 **Entrevistador:** Como assim, foi surgindo o que hoje existe?
- 7 **Deméter:** Ah, os animais foram... eles tiveram filhotes e os filhotes outros
 8 filhotes e assim foi chegando até o que existe hoje.
- 9 **Entrevistador:** Segundo os biólogos existem, cerca de 1 milhão e 400 mil
 10 espécies de seres vivos. Quando Deus criou as espécies, ele já criou todas
 11 elas?
- 12 **Deméter:** Não! Aí eu acredito na mutação. Que mudou.
- 13 **Entrevistador:** Mudou?
- 14 **Deméter:** Por exemplo, animais de diferentes espécies talvez, poderia ter
 15 ocorrido deles terem se cruzado e ter nascido uma outra espécie. Ter se
 16 transformado, alguma coisa assim.
- 17 **Entrevistador:** Então Deus teria criado algumas espécies e elas sofreram
 18 mudanças?
- 19 **Deméter:** Isso!
- 20 **Entrevistador:** Como se chamam essas mudanças?
- 21 **Deméter:** ...
- 22 **Entrevistador:** Como são chamadas essas mudanças?
- 23 **Deméter:** Pra mim são mudanças. Ela sofre mutação e pode gerar novas
 24 espécies depois de um longo tempo.
- 25 **Entrevistador:** Você acha que uma espécie pode gerar outra?
- 26 **Deméter:** Não! Ela pode sofrer uma mutação e ser transformada!
- 27 **Entrevistador:** Uma espécie se transforma em outra?
- 28 **Deméter:** Após um longo tempo.
- 29 **Entrevistador:** Você sabe como isso acontece?
- 30 **Deméter:** Ah, se tiver alguma barreira, tipo assim, tiver espécies e elas...
 31 sofrer uma mutação, aparecer alguma barreira no meio delas que não teve
 32 como... aí foi diferenciando o clima do lugar, o tipo de comida
- 33 **Entrevistador:** Uma espécie se separando origina outra?
- 34 **Deméter:** Eu acho que pode se originar outra sim.
- 35 **Entrevistador:** Uma só?
- 36 **Deméter:** Não, muitas outras.
- 37 **Entrevistador:** Só o fato de você separar pode dar origem a outras
 38 espécies?
- 39 **Deméter:** Não.
- 40 **Entrevistador:** O que mais é necessário?
- 41 **Deméter:** Pra gerar outra espécie?
- 42 **Entrevistador:** O que é necessário pra surgir uma espécie nova?
- 43 **Deméter:** Talvez, assim, por exemplo, o macho não reconhece a fêmea e aí
 44 pode surgir outra espécie.
- 45 **Entrevistador:** Mas porque o macho não reconhece a fêmea?
- 46 **Deméter:** Ai, por que falam que alguns animais têm aquela dança, um pra
 47 reconhecer o outro.

- 48 **Entrevistador:** A dança nupcial. Mas por que o macho deixa de dançar do
49 jeito certo?
- 50 **Deméter:** Ah, eu acho que após um longo tempo talvez ele teve uma
51 mutação que fez com que ele não reconhecesse.
- 52 **Entrevistador:** Onde ocorre essa mutação?
- 53 **Deméter:** O DNA?
- 54 **Entrevistador:** Onde fica o ambiente nisso tudo?
- 55 **Deméter:** O ambiente pode ser o clima, os alimentos, se ele vive na água, se
56 ele vive nos galhos. Talvez a partir de uma mutação ele mude o lugar onde
57 ele vive.
- 58 **Entrevistador:** Você sabe o que é evolução?
- 59 **Deméter:** Ai, na minha opinião evolução ela é por exemplo, assim, um ser
60 que começa a se reproduzir então ele vai gerando descendentes e ele vai
61 evoluindo.
- 62 **Entrevistador:** Mas ele vai evoluindo por que produz descendentes? Se eu
63 tiver meus filhos eu estou evoluindo?
- 64 **Deméter:** ...
- 65 **Entrevistador:** Meus filhos serão iguais a mim. Onde houve evolução?
- 66 **Deméter:** Ah, mas evolução... Ela tem que mudar?
- 67 **Entrevistador:** Vamos pensar na evolução do Darwin. O que é a evolução
68 pra ele?
- 69 **Deméter:** Ele cita, por exemplo, o louva-a-deus verde e nasceu o louva
70 Deus marrom, né, a partir disso, pra ele isso foi uma evolução.
- 71 **Entrevistador:** Por que isso é evolução? Ficar diferente é evolução?
- 72 **Deméter:** Não!
- 73 **Entrevistador:** O que é evoluir?
- 74 **Deméter:** Pra mim evolução é a pessoa ou o ser ter descendentes a partir
75 dele. É uma evolução.
- 76 **Entrevistador:** Mas os descendentes são iguais a ele?
- 77 **Deméter:** Não, pode ocorrer mutações que surge um descendente diferente.
- 78 **Entrevistador:** Mas só o fato de surgir um diferente é evolução?
- 79 **Deméter:** Não!
- 80 **Entrevistador:** Então o que é evolução?
- 81 **Deméter:** Eu não sei...
- 82 **Entrevistador:** Você se lembra desse exemplo do louva-a-deus?
- 83 **Deméter:** Mais ou menos.
- 84 **Entrevistador:** Então explica ele pra mim.
- 85 **Deméter:** Eu não sei muito bem, mas é que tinha os louva-a-deus verdes aí
86 eles tiveram os filhotes e nasceu um marrom.
- 87 **Entrevistador:** Por que nasceu um marrom?
- 88 **Deméter:** Por causa de uma mutação. Aí eles moravam nas folhas, por
89 serem verdes, aí pode ser que ele passou a viver no tronco por ser marrom,
90 mas talvez ele passou a viver na folha também.
- 91 **Entrevistador:** O marrom vive na folha?
- 92 **Deméter:** Talvez, talvez ele não soube... depois de algum tempo...
- 93 **Entrevistador:** Mas ele é marrom e vive na folha?
- 94 **Deméter:** Ele vai ser predado mais facilmente.
- 95 **Entrevistador:** O bicho marrom estaria melhor adaptado a qual ambiente?
- 96 **Deméter:** Onde é marrom.
- 97 **Entrevistador:** Por exemplo?

- 98 **Deméter:** O tronco.
- 99 **Entrevistador:** O que é adaptação?
- 100 **Deméter:** Adaptação? Se for... Adaptação? O ambiente selecionaria ele
101 onde ele melhor, né, viveria. Por exemplo, se ele morasse nas folhas por ser
102 marrom ele seria mais visto pelos predadores aí ele passou a viver nos
103 troncos e aí a partir disso ele não foi mais predado. Podia ter o da folha e o
104 do tronco, mas os das folhas foram predados e sobreviveram os dos troncos.
- 105 **Entrevistador:** Como surge a adaptação?
- 106 **Deméter:** Aí, o animal vai viver... eu acho assim que ele podia existir em
107 todos os lugares mas só sobreviveu onde era melhor pra ele, onde
108 encontrava alimento.
- 109 **Entrevistador:** Isso é adaptação?
- 110 **Deméter:** É o ambiente, ele dependia do ambiente.
- 111 **Entrevistador:** Quando você olha dois bichos muito parecidos, você pode
112 afirmar que eles são parentes?
- 113 **Deméter:** Não.
- 114 **Entrevistador:** Por que?
- 115 **Deméter:** Por que nós... quem não tem muito conhecimento tem mania de
116 julgar pela aparência, fala assim “olha, é parente daquele por que nada,
117 porque voa”.
- 118 **Entrevistador:** E em relação aos seres humanos, eles são julgados pela
119 aparência?
- 120 **Deméter:** Sim.
- 121 **Entrevistador:** Como?
- 122 **Deméter:** Ah, às vezes a gente julga... Depende, se você conhece uma
123 pessoa, assim, se você já esta reparando ela há um bom tempo, assim, no
124 modo dela agir, assim, pelo jeito.
- 125 **Entrevistador:** Mas será que essa pessoa que a gente vê só pelo modo de
126 agir ela é realmente o que a gente imagina?
- 127 **Deméter:** Não.
- 128 **Entrevistador:** A gente pode se enganar?
- 129 **Deméter:** Na maioria das vezes!
- 130 **Entrevistador:** Todos os mamíferos têm pelo. Por que?
- 131 **Deméter:** Tem alguma coisa a ver com... Pra eles se aquecerem?
- 132 **Entrevistador:** Sim eles precisam se aquecer. Mas por que então a lagartixa
133 não tem pelo? Ela não precisa se aquecer?
- 134 **Deméter:** Eles têm a pele sensível?
- 135 **Entrevistador:** Mas os sapos têm a pele mais sensível ainda e o sapo não
136 tem pelo?
- 137 **Deméter:** Não sei?
- 138 **Entrevistador:** Por que dois bichos têm alguma semelhança entre si?
- 139 **Deméter:** Talvez porque eles tenham algum ancestral comum.
- 140 **Entrevistador:** Os biólogos tentam organizar a biodiversidade através das
141 classificações. Que critérios são usados para classificar os seres vivos?
- 142 **Deméter:** Ah, talvez a partir do que... do que o animal, assim... não na parte
143 talvez, na maioria que eu vejo é pelo (áudio confuso) dos animais, pelo
144 tamanho, o que poderia... às vezes eles até julgam pelo que o animal faz.
- 145 **Entrevistador:** Comportamento?
- 146 **Deméter:** Comportamento.

- 147 **Entrevistador:** E aqueles animais que a gente viu nos slides, como você
148 classificou, que critérios você usou?
- 149 **Deméter:** Eu, por eu não ter conhecimento, agora talvez eu já saiba
150 diferenciar, mas nem tanto, mas naquele momento eu fui pelo que cada um
151 fazia, se ele nadava, se ele voava...
- 152 **Entrevistador:** Você sabe o que é cladística?
- 153 **Deméter:** ...
- 154 **Entrevistador:** Você sabe o que é um cladograma?
- 155 **Deméter:** Eu sei, mas não sei explicar.
- 156 **Entrevistador:** O que representa um cladograma?
- 157 **Deméter:** Mostra os seres que hoje existem, que são mais adaptados e os
158 ancestrais.
- 159 **Entrevistador:** Os mais adaptados são mais adaptados a que?
- 160 **Deméter:** Não são os mais adaptados, são os que vivem hoje.
- 161 **Entrevistador:** Mas se eles vivem hoje, eles não estão adaptados?
- 162 **Deméter:** Estão!
- 163 **Entrevistador:** Se eles não estivessem adaptados, onde estariam agora?
- 164 **Deméter:** Mortos.
- 165 **Entrevistador:** E o ancestral, você falou do ancestral, onde ele está?
- 166 **Deméter:** O ancestral? Fica aqui (mostra o nó no cladograma), e seria o
167 grupo externo e seria a partir do qual seria analisado se ele tem as
168 características, se é primitiva ou se é derivada, a partir do grupo externo.
- 169 **Entrevistador:** Você acredita na evolução?
- 170 **Deméter:** Acredito, assim, por que eu acho que Deus não criou toda as
171 espécies, todas, todas, todas. Antes eu não acreditava nisso, mas a partir do
172 ponto que eu começo a estudar que eu começo a ver a gente deixa um pouco
173 a fé de lado. E eu acho sim que pode evoluir.
- 174 **Entrevistador:** Você consegue olhar para o cladograma e ver como as
175 espécies evoluíram?
- 176 **Deméter:** Eu acho que primeiro surgiu esta daqui (aponta para B) e depois
177 estas duas (aponta para C e D).
- 178 **Entrevistador:** Qual o bicho mais evoluído no cladograma?
- 179 **Deméter:** O C e D.
- 180 **Entrevistador:** Por que eles são mais evoluídos?
- 181 **Deméter:** Talvez por que eles tenham vindo por último na minha opinião.
- 182 **Entrevistador:** Quem aparece por último é mais evoluído?
- 183 **Deméter:** É porque... Evoluído... Eu acho... Por que evoluir não é melhorar
184 então não é que ele seja melhor, mas talvez se ele evoluiu, na minha opinião
185 a evolução é por causa da descendência, assim.
- 186 **Entrevistador:** Quando você compara C e D com os outros, por exemplo,
187 A, que foi o primeiro a surgir, por que eles são mais evoluídos?
- 188 **Deméter:** Eu acho que talvez eles não sejam mais evoluídos, cada um vive
189 no seu ambiente.
- 190 **Entrevistador:** Você sabe o que é especiação?
- 191 **Deméter:** É a formação de novas espécies.
- 192 **Entrevistador:** Em que ponto do cladograma isso ocorre?
- 193 **Deméter:** No nó.
- 194 **Entrevistador:** Por que é interessante usar cladogramas para fazer
195 classificações?
- 196 **Deméter:** Talvez seja mais fácil para eles identificar.

- 197 **Entrevistador:** Como assim identificar?
- 198 **Deméter:** ...
- 199 **Entrevistador:** O que o cladograma mostra que os outros métodos não
- 200 mostram?
- 201 **Deméter:** Talvez com outra forma, mas com essa aqui dá pra comparar com
- 202 o grupo externo e a partir disso ver as outras espécies.
- 203 **Entrevistador:** Ver o que das outras espécies?
- 204 **Deméter:** As características.
- 205 **Entrevistador:** E o que indicam essas características?
- 206 **Deméter:** A evolução.
- 207 **Entrevistador:** Então essas espécies evoluíram no cladograma. Por que D e
- 208 C estão juntos no cladograma?
- 209 **Deméter:** Por que eles têm o mesmo ancestral comum.
- 210 **Entrevistador:** O que aconteceu com esse ancestral de C e D?
- 211 **Deméter:** Morreu.
- 212 **Entrevistador:** Por que morreu?
- 213 **Deméter:** Talvez porque ele não estava adaptado ao meio ambiente.
- 214 **Entrevistador:** E o que aconteceu com esse ancestral?
- 215 **Deméter:** Entrou em extinção.
- 216 **Entrevistador:** Mas como surgiu C e D?
- 217 **Deméter:** O ancestral teve filhas. Talvez ele teve muitos filhos na época que
- 218 ele viveu e a partir desses filhos...
- 219 **Entrevistador:** Mas por que originou filhos diferentes, C e D?
- 220 **Deméter:** Por que originou?
- 221 **Entrevistador:** É, por que originou espécies novas?
- 222 **Deméter:** Talvez porque eles viviam em ambientes diferentes. Talvez
- 223 nasceram no mesmo ambiente e foram para lugares diferentes depois.
- 224 **Entrevistador:** Quem é o grupo irmão do homem?
- 225 **Deméter:** O chimpanzé.
- 226 **Entrevistador:** O que significa dizer que o chimpanzé é o grupo irmão do
- 227 homem?
- 228 **Deméter:** Que eles têm a maioria dos genes deles são parecidos com os
- 229 nossos.
- 230 **Entrevistador:** Por que os genes do chimpanzé são parecidos com os
- 231 nossos?
- 232 **Deméter:** Talvez por que eles têm um ancestral comum.
- 233 **Entrevistador:** Essa era a resposta daquela pergunta “por que todos os
- 234 mamíferos têm pelo”.
- 235 **Deméter:** Se eu não tivesse tanto medo de responder.
- 236 **Entrevistador:** Não precisa ter medo. Quem é o ancestral do homem, quem
- 237 é?
- 238 **Deméter:** Eu acho que não tem.
- 239 **Entrevistador:** Por que não tem?
- 240 **Deméter:** Porque eu acredito que Deus fez e eu acho assim, a ciência tem
- 241 que explicar, mas não é uma coisa muito provável de falar assim... é tudo
- 242 uma probabilidade de ser assim, mas não é concreto.
- 243 **Entrevistador:** Mas e os dados que a ciência tem que mostram que existe
- 244 muito em comum. Os fósseis, como os da Luzia, o homem de Neanderthal,
- 245 o Australopithecus...

- 246 **Deméter:** Ah, eu creio que eles viveram aqui e porque não Deus ter criado
247 eles?
- 248 **Entrevistador:** Mas porque Deus ia fazer eles sumirem do mapa?
- 249 **Deméter:** Talvez eles não sumiram, talvez tinha novas espécies, assim, eles
250 tiveram descendentes e esses descendentes foram chegando até hoje.
- 251 **Entrevistador:** Nos somos descendentes desses seres?
- 252 **Deméter:** Quem sabe?
- 253 **Entrevistador:** Então eles são nossos ancestrais?
- 254 **Deméter:** É, mas eles também são humanos.
- 255 **Entrevistador:** E o chimpanzé que tem 95% de semelhança genética com a
256 gente?
- 257 **Deméter:** Mas ele não é humano.
- 258 **Entrevistador:** E o homem de neanderthal era humano?
- 259 **Deméter:** Eu creio que sim!
- 260 **Entrevistador:** O que é ser humano para você? Quando um ser vivo é
261 considerado humano?
- 262 **Deméter:** Ah, eu creio que o macaco não é porque eu acho assim, tem gente
263 que fala que ele é racional, mas ele não é racional.
- 264 **Entrevistador:** Por que?
- 265 **Deméter:** Ah, por ele ser um animal, assim, ele não evolui, não evoluir,
266 assim...
- 267 **Entrevistador:** Biologicamente!
- 268 **Deméter:** É
- 269 **Entrevistador:** Você quer dizer evolução social.
- 270 **Deméter:** Ele não melhora, ele não vai começar a falar.
- 271 **Entrevistador:** Mas o macaco não fala porque a estrutura das cordas vocais
272 dele não permite.
- 273 **Deméter:** Então, eu acho, assim, que nós também não falávamos e teve
274 alguma coisa que fez com que nós falássemos.
- 275 **Entrevistador:** O que?
- 276 **Deméter:** (Som confuso)
- 277 **Entrevistador:** O que é um ser humano?
- 278 **Deméter:** É ser racional! Por que os animais são classificados, o ser
279 humano... O que é um ser humano? Eu acho que é racional.
- 280 **Entrevistador:** O que é ser racional?
- 281 **Deméter:** Pensar!
- 282 **Entrevistador:** Você acha que um macaco não pensa?
- 283 **Deméter:** Pensa, mas talvez não pensa o mesmo tanto que o ser humano.
- 284 **Entrevistador:** O homem não tem um ancestral?
- 285 **Deméter:** Não tem um ancestral!
- 286 **Entrevistador:** Por que?
- 287 **Deméter:** Por que Deus fez!
- 288 **Entrevistador:** Do jeito que está aqui?
- 289 **Deméter:** Não!
- 290 **Entrevistador:** Fez diferente?
- 291 **Deméter:** Fez
- 292 **Entrevistador:** Por exemplo, será que o Australopithecus pode ter sido um
293 pré-homem?
- 294 **Deméter:** Talvez.

- 295 **Entrevistador:** E aí sofreu algumas modificações e se transformou no que
296 nós somos hoje?
- 297 **Deméter:** Isso!
- 298 **Entrevistador:** Por que essas transformações aconteceram?
- 299 **Deméter:** Talvez o ambiente exigia isso.
- 300 **Entrevistador:** Você acha então que um bicho pode se transformar em
301 outro? O Australopithecus pode se transformar em ser humano?
- 302 **Deméter:** É
- 303 **Entrevistador:** Por que eles não existem hoje?
- 304 **Deméter:** Eles não eram adaptados ao meio ambiente.
- 305 **Entrevistador:** O que aconteceu com eles?
- 306 **Deméter:** Entraram em extinção.
- 307 **Entrevistador:** E o ser humano atual poderia entrar em extinção?
- 308 **Deméter:** Sim.
- 309 **Entrevistador:** Em quais situações?
- 310 **Deméter:** Muitas, eu acho assim que a gente precisa de muita coisa pra
311 viver.
- 312 **Entrevistador:** Por exemplo?
- 313 **Deméter:** O ar, a gente viveria com uma máquina pra respirar? E a água?
- 314 **Entrevistador:** Mas tem bastante água, não tem?
- 315 **Deméter:** Mas não o suficiente. Ah... Tem muita coisa que poderia fazer o
316 homem entrar em extinção. Vamos ver... Não sei... talvez o alimento,
317 poderia ocorrer um clima, alguma coisa, o sol se aproximando, não teria
318 como produzir alimento que a gente necessitasse e isso gerasse uma doença
319 que não tivesse cura.
- 320 **Entrevistador:** Isso parecem coisas naturais. E o homem pode fazer alguma
321 coisa que cause a extinção do ser humano?
- 322 **Deméter:** Ah, talvez, mas eu acho, assim, que antes dele fazer isso ele vai
323 analisar se isso vai ser bom ou mau pra ele.
- 324 **Entrevistador:** Será?
- 325 **Deméter:** Se ele não for burro!
- 326 **Entrevistador:** Você acha que o homem pode fazer isso?
- 327 **Deméter:** ...
- 328 **Entrevistador:** Por que uma espécie entra em extinção?
- 329 **Deméter:** Por que o ambiente já não serve mais pra ele, ele já não encontra
330 no ambiente as coisas que ele necessita.
- 331 **Entrevistador:** E se o nosso ambiente mudasse?
- 332 **Deméter:** A gente ia entrar em extinção.
- 333 **Entrevistador:** Em que situações o nosso ambiente poderia mudar?
- 334 **Deméter:** Ambiente mudar? De que modo? Mudar (áudio confuso)?
- 335 **Entrevistador:** É, por exemplo. Como você disse, a gente depende de uma
336 série de coisas da natureza, se alguma delas faltar ou for alterada, será que a
337 gente poderia entrar em extinção?
- 338 **Deméter:** Ah, eu acho assim, que pode ter alguma coisa assim, como eu já
339 disse que pode trazer uma doença, alguma coisa que prejudique e não deixe
340 a gente viver.
- 341 **Entrevistador:** Por que a gente não vê os homens primitivos no
342 cladograma?
- 343 **Deméter:** Por que eles não existem mais.
- 344 **Entrevistador:** O homem ainda evolui, no sentido biológico?

- 345 **Deméter:** Ah, eu acho que hoje não, assim, a ciência pode evoluir e trazer
346 alguma coisa para o homem que ele não tenha, mas eu acho que o tempo
347 que tinha que evoluir, já evoluiu.
- 348 **Entrevistador:** Por que o homem não evolui mais?
- 349 **Deméter:** A não ser que o ambiente mude, mas se o ambiente continuar o
350 mesmo.
- 351 **Entrevistador:** Em relação ao texto sobre a cor da pele, os brancos ficavam
352 restritos ao norte por causa da baixa radiação e os negros aos trópicos, onde
353 a radiação era maior. Por que hoje não é mais assim, temos negros no norte
354 e brancos nos trópicos?
- 355 **Deméter:** Ah, os negros podem viver lá porque podem ter uma alimentação
356 com vitamina D.
- 357 **Entrevistador:** E os brancos?
- 358 **Deméter:** Ah, proteção, casa, protetor solar, chapéu...
- 359 **Entrevistador:** O que são essas coisas?
- 360 **Deméter:** ...
- 361 **Entrevistador:** São coisas produzidas pela cultura humana que de certa
362 forma permitem a sobrevivência em vários ambientes. O homem pode guiar
363 a evolução?
- 364 **Deméter:** Ele pode.
- 365 **Entrevistador:** Como?
- 366 **Deméter:** Ele escolhe o que é melhor.
- 367 **Entrevistador:** Por exemplo?
- 368 **Deméter:** Aquela história da vaca que produz mais leite, do milho que
369 produz mais grãos.
- 370 **Entrevistador:** Como chama isso?
- 371 **Deméter:** Seleção artificial.
- 372 **Entrevistador:** Isso é bom?
- 373 **Deméter:** Depende de como vai ser usado.
- 374 **Entrevistador:** Se fosse como no caso do filme GATTACA, onde as
375 características das pessoas podiam ser selecionadas?
- 376 **Deméter:** Eu acho que não seria bom.
- 377 **Entrevistador:** Por que?
- 378 **Deméter:** Porque cada pessoa ela, normalmente, pela natureza, ela já nasce
379 com o dom para alguma coisa, eu acho assim, se fosse pra escolher as
380 pessoas pelo jeito, assim, de viver não poderia causar nada. É bom, tipo
381 assim, por causa de um crime, é fácil a identificação, mas o modo de viver,
382 não compensa.
- 383 **Entrevistador:** E se você pudesse de detectar no seu filho os genes
384 causadores de doenças e tirá-los, você faria isso?
- 385 **Deméter:** Não.
- 386 **Entrevistador:** Por que?
- 387 **Deméter:** Por que eu prefiro deixar normalmente o modo que ele tenha que
388 nascer.
- 389 **Entrevistador:** Isso tem a ver com o seu pensamento religioso?
- 390 **Deméter:** Um pouco... mas... é.
- 391 **Entrevistador:** Como você vê a biologia?
- 392 **Deméter:** Há eu vejo como o estudo... assim, na maioria das vezes tentando
393 descobrir de onde tudo surgiu, como tudo funciona.
- 394 **Entrevistador:** Tudo o que?

- 395 **Deméter:** O meio ambiente, tudo. De onde veio, pra quê, como se
396 modificou.
- 397 **Entrevistador:** O que você acha disso?
- 398 **Deméter:** É bom. Talvez isso ajude, por exemplo, eu acho assim, que a
399 biologia e o modo de prevenir algumas doenças, medicamentos, é bom.
- 400 **Entrevistador:** Mas ela pode ser ruim?
- 401 **Deméter:** Talvez, se ela não for bem usada.
- 402 **Entrevistador:** Você poderia dar um exemplo?
- 403 **Deméter:** ...
- 404 **Entrevistador:** O curso ajudou em alguma coisa na sua formação?
- 405 **Deméter:** Ah, eu gostei porque eu fiquei sabendo de muitas coisas que não
406 sabia, muitas coisas que eu tinha dúvida, mudou sim, algumas curiosidades.
- 407 **Entrevistador:** Por exemplo?
- 408 **Deméter:** Quem veio primeiro, o ovo ou a galinha.
- 409 **Entrevistador:** Quem veio?
- 410 **Deméter:** O ovo.
- 411 **Entrevistador:** Por que?
- 412 **Deméter:** Porque as aves são descendentes dos répteis.
- 413 **Entrevistador:** Você sabia que o curso ia tratar de evolução?
- 414 **Deméter:** Não
- 415 **Entrevistador:** E quando você descobriu, o que você achou?
- 416 **Deméter:** Bom.
- 417 **Entrevistador:** Não ficou com receio?
- 418 **Deméter:** Não, eu achei legal, porque eu acho assim, é uma coisa necessária
419 mesmo que acredite naquilo, Deus fez isso e isso, mas pra mim viver é
420 necessário que eu saiba a outra parte, o que muitas pessoas acham.
- 421 **Entrevistador:** E depois que você fez o curso, o que você achou da
422 evolução?
- 423 **Deméter:** Ah, eu... Assim... Eu acredito que o ser humano... o ser humano
424 não, os seres vivos, os animais, que eles podem... Que podem ter ocorrido
425 umas transformações, que podem ter sido diferentes e hoje eles são... Por
426 exemplo, as pessoas dizem que as galinhas tinham dentes. e porque não?
427 Pode ter sido uma mutação que foi melhor pra ela agora não ter dente ou
428 pode ter sido uma... o homem ter feito uma seleção que era melhor pra ele
429 ter uma galinha sem dentes.
- 430 **Entrevistador:** Quais momentos você teve mais dificuldade?
- 431 **Deméter:** Eu não sei cladística.
- 432 **Entrevistador:** Por que?
- 433 **Deméter:** Pra mim eu misturo muito.
- 434 **Entrevistador:** O que você mistura muito?
- 435 **Deméter:** Esse negócio de ancestral, saber porque que veio aqui, assim.
- 436 **Entrevistador:** Quando você olha para o cladograma, você entende?
- 437 **Deméter:** Não muito.
- 438 **Entrevistador:** E quais os momentos que você gostou mais?
- 439 **Deméter:** A partir, assim, de conhecer, saber sobre os fósseis, achados de
440 seres humanos antigos, de milhões de anos.
- 441 **Entrevistador:** E como você vê isso sendo religiosa? Saber que existiram
442 hominídeos primitivos.
- 443 **Deméter:** É... porque mistura muito... você fica meio perdido e não sabe no
444 que acreditar.

445 **Entrevistador:** E em que você acredita?

446 **Deméter:** Deus fez.

447 **Entrevistador:** Mas e a ciência, como é que fica na sua cabeça?

448 **Deméter:** Ah, que o homem tem que achar uma explicação para tudo que
449 vê. Por exemplo, se ele não tem fé, se ele não acredita que Deus fez, ele vai
450 tentar achar uma maneira de explicar de onde veio e a partir disso ele vai
451 montando hipótese e hipóteses até achar uma coisa que melhor se encaixa.
452 Se você começa a estudar biologia você quer saber o porque que aconteceu
453 isso e aí você vai atrás daquele porque.

454 **Entrevistador:** Mas é bom viver sem os porquês?

455 **Deméter:** Não... Dependendo do que se trata, assim, eu fico meio perdida,
456 sem saber no que acreditar.

4.3. Entrevista – ATENA

- 1 **Entrevistador:** Pra todo lado que a gente olha nós vemos várias espécies de
 2 animais, plantas e outros seres vivos. Isso é a biodiversidade. Como se
 3 originou essa biodiversidade?
- 4 **Atena:** Através talvez da especiação e da mutação?
- 5 **Entrevistador:** O que é especiação?
- 6 **Atena:** É quando, assim, tem uma espécie e essa espécie é dividida através
 7 de uma barreira geográfica, por exemplo, não sei, um monte, e de um lado
 8 fica uma parte da população e do outro a outra parte e elas acabam não se
 9 conhecendo mais depois quando são colocadas juntas porque elas viveram
 10 um longo tempo separadas e foram se adaptando, assim, de forma diferente,
 11 uma se adaptando, assim... talvez uma comia uma coisa e a outra não comia
 12 talvez a mesma coisa. E assim eu acho que foi surgindo vários tipos de
 13 espécie e foi surgindo a diversidade biológica, eu acho.
- 14 **Entrevistador:** Por que elas ficaram diferentes quando ficaram separadas?
- 15 **Atena:** Talvez porque elas não... ué, por que de um lado tinha uma coisa pra
 16 comer e no outro tinha... assim não exatamente para comer mas... um
 17 exemplo, né, de um lado, por exemplo, tinha milho pra ela comer e do outro
 18 tinha tomate. Então ela tinha que comer coisa diferente.
- 19 **Entrevistador:** Mas será que elas olharam pro tomate e falaram assim
 20 “olha, só tem tomate aqui, então vamos comer tomate!”.
- 21 **Atena:** Ah, não sei.
- 22 **Entrevistador:** Será que todas elas eram capazes de comer tomates? Vamos
 23 pensar no seguinte exemplo: No início, vamos supor que elas eram
 24 comedoras de grãos, milho por exemplo, depois elas se separaram e de um
 25 lado ficaram os comedores de milho com as plantações de milho mas do
 26 outro lado não tinha mais milho, só tinha tomates...
- 27 **Atena:** Ah, ela teve que se adaptar ao que tinha, é isso!
- 28 **Entrevistador:** Mas como ela se adaptou? Ela olhou pra plantação de
 29 tomates e disse “só tem tomate, vamos nós adaptar!”.
- 30 **Atena:** Não
- 31 **Entrevistador:** Como?
- 32 **Atena:** Eu lembro, mas não lembro.
- 33 **Entrevistador:** Será que todas que viam aqueles tomates conseguiam comer
 34 aqueles tomates?
- 35 **Atena:** Não.
- 36 **Entrevistador:** Quem vai comer os tomates?
- 37 **Atena:** As que eram adaptadas a comer o tomate. Mas não que eram
 38 adaptadas, É tipo assim, tinham uma característica que desse pra comer
 39 tomate.
- 40 **Entrevistador:** E aí?
- 41 **Atena:** O tempo foi passando e elas foram se adaptando e foram dando
 42 origem a outras com essa mesma característica, e foi evoluindo.
- 43 **Entrevistador:** Onde ocorre a mutação?
- 44 **Atena:** É... é, assim, é no gene? Por exemplo, o gafanhoto originou outros
 45 gafanhotos e um deles nasce com um gene diferente e esse que tem o gene
 46 diferente pode se reproduzir passando esse gene pros outros, assim, só que
 47 em menor número, mas vão existir também.

- 48 **Entrevistador:** O que é evolução?
- 49 **Atena:** Olha eu acho que é assim, não seria transformação mas é... essa...
50 não é hereditariedade é... também é sim... É... Uma população... um
51 indivíduo dá origem a outro indivíduo e passa pra esse uma característica
52 dele e essa característica vai passando e vão evoluindo.
- 53 **Entrevistador:** Mas um indivíduo dá origem a outro... Ele se transforma em
54 outro?
- 55 **Atena:** Não! Ele... sei lá, ele... como fala? Ele cruza com outro e dá origem
56 a outros e as características desses vão passando pra cada filho, vai
57 passando.
- 58 **Entrevistador:** O que é evoluir?
- 59 **Atena:** Ah, professor... Não sei exatamente definir o que é evoluir.
- 60 **Entrevistador:** E se você der um exemplo?
- 61 **Atena:** Acho que o exemplo que eu podia dar era esse.
- 62 **Entrevistador:** Quando você vê dois animais muito parecidos, você pode
63 dizer que eles são parentes?
- 64 **Atena:** Não
- 65 **Entrevistador:** Por que?
- 66 **Atena:** Não é só pela aparência que eu posso julgar
- 67 **Entrevistador:** Que critério você usa pra julgar, então?
- 68 **Atena:** ...
- 69 **Entrevistador:** O golfinho é muito parecido com o tubarão, eles são
70 parentes?
- 71 **Atena:** Não! É assim, eu tenho que ver a ancestralidade deles, mas isso não
72 dá pra gente saber só olhando, né?
- 73 **Entrevistador:** Não!
- 74 **Atena:** Você quer uma característica que eu olhe e, assim, que não seja a
75 aparência, que eu possa definir já?
- 76 **Entrevistador:** Mas é possível definir só olhando?
- 77 **Atena:** Não, eu acho que na minha opinião não.
- 78 **Entrevistador:** Por que?
- 79 **Atena:** porque as aparências enganam.
- 80 **Entrevistador:** Todos os mamíferos têm pelo. Essa é uma das principais
81 características deles. Por que todos os mamíferos têm pelo?
- 82 **Atena:** Porque veio já do ancestral?
- 83 **Entrevistador:** Os biólogos tentam organizar a biodiversidade, como a
84 gente faz com as nossas coisas no dia-a-dia. Que critérios eles usam pra
85 fazer isso? Pra classificar os seres vivos?
- 86 **Atena:** Ah, eu acho que eles usam a ancestralidade. Eu acho que eles
87 estudam, lá, os fósseis, por exemplo, e eles vão classificando de acordo com
88 a ancestralidade dos bichos. A cladística.
- 89 **Entrevistador:** Qual o objetivo da cladística?
- 90 **Atena:** Mostrar como os seres evoluíram, não é? Mostra desde o primitivo
91 até...
- 92 **Entrevistador:** Esse é um dos objetivos. Um outro seria fazer classificações
93 que mostrem as relações de parentesco. Por que você não pode fazer uma
94 classificação em forma de lista? Por exemplo, bichos com pelo, bichos com
95 asa e assim por diante?
- 96 **Atena:** Porque eles não podem ser separados só assim. Eles têm que levar
97 em conta os ancestrais, lá.

- 98 **Entrevistador:** Existem outras formas de classificar. O que a cladística tem
99 que elas não têm?
- 100 **Atena:** Então, em cada nozinho da cladística ela mostra o ancestral comum
101 e mostra, assim, qual é o grupo irmão, qual é o primitivo, lá, e o grupo
102 externo, qual evolui, qual se adaptou.
- 103 **Entrevistador:** Você sabe o que é um cladograma?
- 104 **Atena:** É tipo uma árvore genealógica que mostra... os que estão no topo
105 são os mais adaptados, mostra a adaptação, como eles chegaram até lá. E o
106 grau de parentesco, talvez.
- 107 **Entrevistador:** Olhando pra esse cladograma, você consegue enxergar a
108 evolução?
- 109 **Atena:** É, esse seria o primitivo, aqui em baixo, e esse nozinho mostra que
110 esses são ancestrais comuns. O C e o D são grupos irmãos e esses aqui
111 (aponta A, B, C e D no cladograma) são, não os mais evoluídos, mas os
112 mais adaptados.
- 113 **Entrevistador:** Em quais pontos do cladograma ocorreu a especiação?
- 114 **Atena:** Eu acho que nesses nós.
- 115 **Entrevistador:** Você falou que esses aqui de cima não são os mais
116 evoluídos, mas os mais adaptados...
- 117 **Atena:** É, eles evoluíram, mas são mais adaptados.
- 118 **Entrevistador:** Adaptados a que?
- 119 **Atena:** Ao meio que eles vivem.
- 120 **Entrevistador:** Qual desses aqui apareceu primeiro na história evolutiva?
- 121 **Atena:** Eu acho que... assim, o primeiro, não por último, mais adaptado,
122 desses quatro, eu acho que o A.
- 123 **Entrevistador:** Qual deles ficou mais tempo adaptado ao ambiente?
- 124 **Atena:** Eu acho que esse dois aqui (mostra C e D).
- 125 **Entrevistador:** Por que?
- 126 **Atena:** Ah, porque... porque.
- 127 **Entrevistador:** Vou repetir a pergunta. São quatro indivíduos A, B, C e D.
128 Qual deles ficou por mais tempo adaptado ao ambiente em que vive?
- 129 **Atena:** Ah... É esse aqui (mostra A) porque ele já surgiu há mais tempo e
130 ainda vive, não é? Então ele sofreu menos no sentido de...
- 131 **Entrevistador:** Se modificou menos?
- 132 **Atena:** É isso!
- 133 **Entrevistador:** Qual o grupo irmão do homem?
- 134 **Atena:** É o chimpanzé... Não, irmão não, pode ter uma ancestralidade
135 comum com o chimpanzés, é isso? Não que veio, mas pode ter um grau de
136 parentesco.
- 137 **Entrevistador:** É. Quem é o grupo irmão do homem?
- 138 **Atena:** Os chimpanzés.
- 139 **Entrevistador:** E quem é o ancestral do homem?
- 140 **Atena:** Ah, eu não sei.
- 141 **Entrevistador:** Existiram vários homens primitivos, por que eles não
142 apareceram no nosso cladograma?
- 143 **Atena:** Por que eles não se adaptaram ao meio em que eles viviam. Às
144 mudanças que aconteceram no meio ambiente. Eles não se adaptaram e
145 então morreram.
- 146 **Entrevistador:** Será que o homem atual pode ter um fim como esse?

- 147 **Atena:** Pode! Se acontecer alguma coisa que a gente não consiga se adaptar
148 com o que aconteceu.
- 149 **Entrevistador:** Por exemplo?
- 150 **Atena:** Quem nem o cataclisma lá, não sei.
- 151 **Entrevistador:** Que tipo de cataclisma?
- 152 **Atena:** Sei lá.
- 153 **Entrevistador:** Um meteoro?
- 154 **Atena:** Isso, e aí... sei lá.
- 155 **Entrevistador:** E coisas provocadas pelo ser humano?
- 156 **Atena:** Falta de água. Que nem, acaba com o mar e aí acaba com o
157 oxigênio.
- 158 **Entrevistador:** E o homem pode provocar a sua extinção?
- 159 **Atena:** Pode, né? Por que ele pode fazer tantas coisas, assim, em
160 laboratório, que... que pode prejudicar o homem... eu acho que sim, a ponto
161 de levar à extinção.
- 162 **Entrevistador:** Como?
- 163 **Atena:** Ele faz uma bomba lá, aí ele solta essa bomba, sobe uma poeirona e
164 o homem não é adaptado àquilo lá e morre.
- 165 **Entrevistador:** Mas nesse laboratório só são feitas coisas ruins?
- 166 **Atena:** Não, podem ser feitas coisas boas, assim.
- 167 **Entrevistador:** Por exemplo?
- 168 **Atena:** Ele pode tanto fazer uma doença como fazer a cura pra essa doença.
- 169 **Entrevistador:** A ciência é uma coisa boa?
- 170 **Atena:** É.
- 171 **Entrevistador:** Sempre ela é boa?
- 172 **Atena:** Não. Porque ela pode fazer coisas ruins como... não sei o nome...
173 não sei o nome de nada. É um vírus, não sei se pode, que nem, a gente até
174 conversou uma vez, né, hoje você não vai fazer uma bomba nuclear, ele
175 pode fazer um vírus e infectar o mundo inteiro e matar todo mundo.
- 176 **Entrevistador:** E o homem, ele ainda evolui?
- 177 **Atena:** Eu acho que evolui, assim, mas pouco. Eu acho que pode evoluir,
178 mas não tanto assim como os animais, como os outros animais.
- 179 **Entrevistador:** Por que o homem não evolui como os outros animais?
- 180 **Atena:** Porque eu acho que ele não precisa se adaptar tanto. Não acontecem
181 tantas mudanças, assim, que ele precisa se adaptar tanto então eu acho que
182 ele não evolui tanto.
- 183 **Entrevistador:** E em relação ao texto sobre a evolução da cor da pele, onde
184 os negros ficaram restritos aos trópicos e os brancos ao hemisfério norte.
185 Por que hoje temos negros vivendo no hemisfério norte e brancos vivendo
186 nos trópicos?
- 187 **Atena:** É porque... é por causa da cultura também, pois nos pólos os negros
188 se alimentam de alimentos que tenham vitamina D, que ajuda na folacina,
189 não é?
- 190 **Entrevistador:** A vitamina D esta relacionada com a calcificação dos ossos.
- 191 **Atena:** Não! Não é que ajuda na folacina. A folacina não é tão destruída. É
192 isso! Então ele se alimenta disso, ele pode tomar vitamina D e isso pro
193 negro lá e o branco aqui tem casa, protetor solar, pode usar chapéu.
- 194 **Entrevistador:** O homem pode guiar a evolução segundo suas
195 necessidades?
- 196 **Atena:** Pode!

- 197 **Entrevistador:** Como?
- 198 **Atena:** Que nem no caso da seleção artificial, por exemplo, no caso de uma
199 planta, o milho, por exemplo, ele tem dois tipos de milho, um que é
200 resistente a praga, mas dá poucos grãos e outra que não é resistente a praga
201 mas dá bastante grãos. Então ele pode pegar o gene daquela que dá bastante
202 grãos e passar para aquela que é resistente a pragas. Aí ela passa a ser
203 resistente a pragas e dar bastante grãos então ele pode fazer seleção
204 artificial.
- 205 **Entrevistador:** Como você vê o homem mexendo em outros seres vivos?
- 206 **Atena:** Olha, quando, assim, antes de fazer esse curso mesmo eu pensava
207 totalmente diferente. Eu achava assim que não devia, e achava mesmo que
208 tudo era criado por Deus, entendeu? Eu, assim, claro, já tinha ouvido falar
209 desse negócio de evolução, mas nunca tinha estudado sobre isso. Eu achava
210 que Deus tinha criado cada coisa. Hoje eu vejo que não. Não que eu
211 descredite que ele criou cada coisa. Ele criou, mas as coisas se evoluíram,
212 mas assim, que nem, esse negócio dos alimentos transgênicos, é uma
213 seleção artificial, não é? Pode ser ruim ou pode ser boa, né. Pelo que eu li,
214 ainda não se sabe se causa doença, então até que se prove o contrário, eu,
215 assim, aceito, entendeu? Eu acho que não é o mais certo... Tinha que ser
216 natural mesmo.
- 217 **Entrevistador:** Mas se não tivesse seleção artificial, como é que a gente
218 teria essa quantidade de alimento que a gente tem hoje? Leite, carne, grãos?
- 219 **Atena:** Eu não tinha parado pra pensar nisso.
- 220 **Entrevistador:** Será que a população humana cresceria como cresceu?
- 221 **Atena:** Verdade!
- 222 **Entrevistador:** E quando se trata do ser humano...
- 223 **Atena:** Não!
- 224 **Entrevistador:** ... você fazer seleção artificial de seres humanos?
- 225 **Atena:** Sou totalmente contra! Totalmente contra
- 226 **Entrevistador:** Por exemplo, você pode pegar uma pessoa e selecionar as
227 melhores características dessa pessoa e eliminar os genes ruins?
- 228 **Atena:** Sou contra do mesmo jeito!
- 229 **Entrevistador:** E se alguém pudesse tirar todos os genes para doença que
230 houvesse no seu filho?
- 231 **Atena:** Eu sou contra ainda. Eu sou muito assim, esse negócio de ser
232 humano eu sou bem contra porque eu acho que ninguém tem o direito de
233 mexer lá, assim, nos genes de um ser humano, mudar a vida dele. Por eu
234 acreditar muito em Deus, eu acho que é por causa disso mesmo, entendeu?
- 235 **Entrevistador:** Mas por que pode mexer no pé de milho, mas não pode
236 mexer no ser humano?
- 237 **Atena:** Porque o ser humano é o ser humano e o pé de milho é o pé de
238 milho!
- 239 **Entrevistador:** Como você vê a biologia?
- 240 **Atena:** Eu, assim, não gosto muito não. Porque, assim, depende das partes
241 da biologia, que nem, é... estudando nesse curso, assim, conversando mesmo
242 com o professor é bom. Essa matéria é legal. Mas, que nem, aqueles
243 negócios que têm um pouco da química também, eu não gosto daquilo, eu
244 não entendo, eu não entendo.
- 245 **Entrevistador:** Bioquímica?
- 246 **Atena:** Isso! Isso eu não gosto.

- 247 **Entrevistador:** É difícil?
- 248 **Atena:** Eu acho! Não entra na minha cabeça não.
- 249 **Entrevistador:** E a evolução, ficou clara pra você?
- 250 **Atena:** É... um pouco mais clara, não ficou assim...
- 251 **Entrevistador:** É mais interessante que bioquímica?
- 252 **Atena:** Sim.
- 253 **Entrevistador:** Esse curso te ajudou em alguma coisa na sua formação?
- 254 **Atena:** Ajudou! Porque eu tinha um pensamento totalmente diferente. Pra mim Deus criou a galinha, a baleia, a vaca, o cavalo, entendeu? Tudo que
- 255 tem hoje, do jeito que tá. Más eu vejo que não, que pode ter sido mesmo...
- 256 que esses cientistas que provaram, mas tudo não é certo, pode mudar, mas
- 257 eu acreditei nisso daí, eu acredito, eu acho que tem lógica. Que Deus pode
- 258 ter criado sim, por que eu acho que Deus criou, mas pode ter evoluído. A
- 259 galinha pode não ter sido uma galinha do jeito que ela é hoje. Pode ter
- 260 ocorrido várias mudanças nela. A baleia pode sim ter ancestral comum com
- 261 as ovelhas. Através dessas provas que deram aí eu acreditei e mudou muito,
- 262 mudou muito! Mudou muito mesmo. Eu assim, nossa, que nem, a dúvida da
- 263 galinha e do ovo, quem nasceu primeiro foi o ovo, pois pode ter sido
- 264 descendente de um réptil. Eu acredito nisso, eu aceitei isso, entendeu?
- 265 Mudou muito mesmo o que eu pensava.
- 266 **Entrevistador:** E afetou a sua religião?
- 267 **Atena:** Então, mudou assim, não que eu não acredite na bíblia, eu acredito,
- 268 mas a gente tem que começar... não tem que ler tudo ao pé da letra o que
- 269 está escrito ali, tem que ter uma interpretação. E eu tinha uma interpretação,
- 270 mas não de uma forma tão certa, assim. Mas nem sei se essa é exatamente a
- 271 certa, mas é a que eu mais aceitei.
- 272 **Entrevistador:** Qual a sua visão de evolução após o curso?
- 273 **Atena:** É eu... as coisas se esclareceram mais, sabe. Eu aprendi um monte
- 274 de coisas novas. Coisas que eu não sabia. Aliás, que tinha várias dúvidas.
- 275 **Entrevistador:** Em quais momentos do curso você teve mais dificuldade?
- 276 **Atena:** Aquela parte que a gente estudou os celomados, tal, aquelas coisas
- 277 lá. Porque eu tenho dificuldade de gravar aqueles nomes todos. No geral dá
- 278 pra entender, mas o negócio é gravar. Esse negócio de mutação e da
- 279 evolução. Tem um exemplo que o gene pode passar pro outro (áudio
- 280 confuso), mas se fizer perguntas mais complexas, mais difíceis, assim, aí eu
- 281 me perco. Eu não tenho uma definição, a palavra chave pro que é evolução.
- 282 **Entrevistador:** Em quais momentos que você teve um aproveitamento
- 283 maior?
- 284 **Atena:** Gostei daquela parte que fala de seleção natural, seleção artificial,
- 285 biotecnologia, a história do homem de Neanderthal, eu gostei.
- 286 **Entrevistador:** Você quer fazer algum comentário do curso?
- 287 **Atena:** Olha eu, assim, o curso eu achei muito bom, eu aproveitei bastante,
- 288 esclareci muita coisa que eu não sabia, aprendi coisas novas. Eu acho que
- 289 tinha que ter muito mais gente para que mais pessoas pudessem aproveitar.
- 290 Eu tive uma visão totalmente, totalmente assim, bem diferente do que eu
- 291 achava sobre a biologia.
- 292 **Entrevistador:** O que você achava da biologia?
- 293 **Atena:** Ah, eu achava que... Sei lá... Que não fosse tão interessante assim,
- 294 sabe, que não ensinasse coisas interessantes, assim. Era aquela ciência que a
- 295 gente aprendia mesmo, que tinha que aprender.
- 296

4.4. Entrevista – HÉRACLES

- 1 **Entrevistador:** Pra todo lado que olhamos, nos deparamos com a
2 biodiversidade. Qual a origem dessa biodiversidade?
- 3 **Héracles:** Se originou de várias mutações e devido a separações
4 geográficas. O que acontecia com determinada espécie não aconteceu com
5 outra, umas evoluíram e outras se mantiveram como estavam, e assim houve
6 a biodiversidade que existe hoje.
- 7 **Entrevistador:** Como é esse negócio que umas se separaram?
- 8 **Héracles:** Um fator geográfico que pode ter separado uma determinada
9 população onde coisas que aconteciam com essa população não acontecia
10 com a outra, alimento que tinha pra essa, não tinha pra outra, então uma
11 tinha melhor condição de vida e a outra talvez não. E assim pode ter
12 originado uma espécie nova.
- 13 **Entrevistador:** E essa que não tinha condições. Que não era boa. Ela vai
14 morrer?
- 15 **Héracles:** Se ela não tem condição ela vai acabar morrendo.
- 16 **Entrevistador:** Todos?
- 17 **Héracles:** Nem todos.
- 18 **Entrevistador:** Quem vai sobreviver?
- 19 **Héracles:** As que têm características melhores pra se adaptar em
20 determinado lugar.
- 21 **Entrevistador:** Como essas características surgem?
- 22 **Héracles:** Devido à seleção natural.
- 23 **Entrevistador:** O que é seleção natural?
- 24 **Héracles:** Sobrevivem os melhores, os mais fortes e os mais adaptados.
- 25 **Entrevistador:** O que é mais adaptado?
- 26 **Héracles:** Maior quantidade de fatores que proporcionam a vida dele, como
27 no mar o peixe que tiver a nadadeira que nada mais rápido vai sobreviver
28 melhor dos predadores, na terra o que tiver a perna que corre mais vai
29 sobreviver dos predadores, e assim vai.
- 30 **Entrevistador:** Você sabe o que é evolução?
- 31 **Héracles:** Não é o fator de criação de novas espécies?
- 32 **Entrevistador:** Como ocorre essa criação de novas espécies?
- 33 **Héracles:** Como eu já disse, da separação geográfica.
- 34 **Entrevistador:** O que é evoluir?
- 35 **Héracles:** É melhorar alguma coisa, transformar.
- 36 **Entrevistador:** Melhorar ou transformar?
- 37 **Héracles:** Transformação porque se tinha (áudio confuso) ele tá
38 melhorando, né
- 39 **Entrevistador:** Melhorando em relação a que?
- 40 **Héracles:** As condições do meio ambiente.
- 41 **Entrevistador:** Você sabe o que é mutação?
- 42 **Héracles:** É uma variabilização dos genes no DNA. É uma mudança dos
43 genes no DNA.
- 44 **Entrevistador:** Quando você vê dois animais muito parecidos, você pode
45 afirmar que eles são parentes?
- 46 **Héracles:** Não, depende do que... que nem, se eles tem um pé igual, comem
47 a mesma coisa, mas um pode ser mamífero mas um pode não ser.

- 48 **Entrevistador:** Você pode dar exemplo?
- 49 **Héracles:** A águia e o morcego. Tem asa e voam, comem frutas, mas, no
50 entanto o morcego é mamífero e a águia é uma ave.
- 51 **Entrevistador:** Você se lembra como se chama esse caso onde...
- 52 **Héracles:** Analogia
- 53 **Entrevistador:** O que é analogia?
- 54 **Héracles:** Analogia... tem a mesma função.
- 55 **Entrevistador:** Por exemplo?
- 56 **Héracles:** Que nem eu disse asa do mor... tipo assim, a asa da galinha e a
57 asa de um louva-a-deus, tem a mesma função.
- 58 **Entrevistador:** E ho...
- 59 **Héracles:** E homologia é quando descende de um ancestral comum, que
60 nem a pata da vaca e a pata do cavalo.
- 61 **Entrevistador:** Agora existem bichos que tem características parecidas
62 porque são parentes. Por exemplo, todos os mamíferos têm pelos...
- 63 **Héracles:** E glândulas mamárias.
- 64 **Entrevistador:** Por que?
- 65 **Héracles:** Por que descendem de um mesmo ancestral, um ancestral
66 comum.
- 67 **Entrevistador:** Como já falamos, existe uma grande biodiversidade e os
68 biólogos tentam organizar essa biodiversidade através de classificações.
69 Como são feitas essas classificações? Quais critérios são usados pra fazer
70 isso?
- 71 **Héracles:** É comparando com o grupo externo de cada geração e vai
72 analisando quantos tipos de espécie tem, quantas características diferentes
73 tem entre cada uma. Igual, se eles não se identificarem para, vamos supor,
74 reprodução e porque são espécies diferentes, mesmo sendo parecidos, mas
75 se eles se identificarem para a reprodução, eles são da mesma espécie.
- 76 **Entrevistador:** O que é grupo externo?
- 77 **Héracles:** É o que vem antes no cladograma, é o primeiro, o que está
78 adaptado a mais tempo.
- 79 **Entrevistador:** E pra que serve esse grupo externo? Eu não entendi muito
80 bem?
- 81 **Héracles:** Bom, o grupo externo... vem do mesmo ancestral comum que os
82 decorrentes dos outros grupo irmão, não é?
- 83 **Entrevistador:** Você disse compara com o grupo externo?
- 84 **Héracles:** É
- 85 **Entrevistador:** Pra que?
- 86 **Héracles:** Pra saber quem está adaptado a mais tempo, quem veio primeiro,
87 quem veio depois.
- 88 **Entrevistador:** Só isso?
- 89 **Héracles:** Determinar as características dos demais.
- 90 **Entrevistador:** Existem várias formas de fazer classificações, a cladística é
91 uma delas, você sabe o que ela tem de diferente em relação as outras?
- 92 **Héracles:** A cladística mostra melhor, assim, as espécies que estão vivendo
93 hoje, que estão adaptadas. Os ancestrais comuns que estão nos nós ela não
94 mostra, ela não fala qual que era os animais, ela mostra os evoluídos, os que
95 existem até hoje.
- 96 **Entrevistador:** Você falou que o ancestral comum está no nó. Por que do
97 ancestral comum surgem duas espécies?

- 98 **Héracles:** Por causa da separação geográfica ou outros fatores.
- 99 **Entrevistador:** Como se chama isso?
- 100 **Héracles:** Caramba... não lembro não.
- 101 **Entrevistador:** Especiação. Quando você olha pra um cladograma como esse, qual o significado dele?
- 102 **Héracles:** Que todas as espécies que estão aparecendo estão vivas até hoje.
- 103 **Entrevistador:** E o que mais?
- 104 **Héracles:** Não evoluem mais.
- 105 **Entrevistador:** Não evoluem mais?
- 106 **Héracles:** Não! Elas podem evoluir, mas estão estáveis nessa determinada... dia de hoje.
- 107 **Entrevistador:** Por que elas estão estáveis?
- 108 **Héracles:** Porque pode haver mutações se o homem interferir ou então um cataclisma, como na época dos dinossauros.
- 109 **Entrevistador:** Mas por que essas estão estáveis, elas não mudam, ou não mudaram ou não estão mudando?
- 110 **Héracles:** Não, elas mudaram porque elas se originaram de um ancestral comum e estão no topo do cladograma, então quer dizer que hoje elas estão adaptadas, mas pode ser que no futuro próximo elas... algumas sumam.
- 111 **Entrevistador:** Olhando para o cladograma, você consegue ver a especiação?
- 112 **Héracles:** Dá pra ver, que nem o A o grupo irmão dele é o B, o C e o D, então ele teve um ancestral comum aqui (aponta o nó corretamente). O B, o grupo irmão dele é o C e o D, e assim por diante. Se aqui surgir outro, se sair o E aqui, o grupo irmão do D vai ser o E, e aqui vai ter nova especiação.
- 113 **Entrevistador:** Existe algum animal mais evoluído que outro aqui nesse cladograma?
- 114 **Héracles:** Não.
- 115 **Entrevistador:** Por que?
- 116 **Héracles:** Por que todos estão vivos, se tivesse um menos evoluído, ele não estaria aqui.
- 117 **Entrevistador:** Por que?
- 118 **Héracles:** Por que pela seleção natural ele deveria ter sido extinto.
- 119 **Entrevistador:** E mais primitivo?
- 120 **Héracles:** Mais primitivo aqui no caso é o A porque ele está adaptado a mais tempo.
- 121 **Entrevistador:** Quem é o grupo irmão do homem?
- 122 **Héracles:** O chimpanzé.
- 123 **Entrevistador:** E o ancestral do homem?
- 124 **Héracles:** Quem está no nó, que não dá pra se saber.
- 125 **Entrevistador:** O ancestral do chimpanzé?
- 126 **Héracles:** Também é o mesmo ancestral que o do homem.
- 127 **Entrevistador:** Também não dá pra saber quem é?
- 128 **Héracles:** No cladograma, você olhando para ele não mostra, por que ele está no nó e não fala que espécie tem aqui no nó.
- 129 **Entrevistador:** Nós vimos no curso vários hominídeos que são muito mais aparentados com o homem do que o chimpanzé. Por que eles não aparecem no nosso cladograma?
- 130 **Héracles:** Porque eles são o ancestral comum entre o homem e o chimpanzé.
- 131
- 132
- 133
- 134
- 135
- 136
- 137
- 138
- 139
- 140
- 141
- 142
- 143
- 144
- 145
- 146
- 147

- 148 **Entrevistador:** Eles são o ancestral comum?
- 149 **Héracles:** Não, eles podem ser outra espécie que evoluiu do mesmo
- 150 ancestral que o chimpanzé só que como o homem foi evoluindo, as outras
- 151 espécies como, por exemplo, o homem de neanderthal e os outros semi-
- 152 homens... Como fala?
- 153 **Entrevistador:** Hominídeos.
- 154 **Héracles:** Hominídeos! Podem ter sumido da face da terra.
- 155 **Entrevistador:** Por quê?
- 156 **Héracles:** Por causa de algum desfavorecimento, que nem... como por
- 157 exemplo o negócio do homem de neanderthal, da era do gelo, que foram
- 158 extintos por causa... eles conseguiam viver no gelo, mas por causa da
- 159 competição com outros mais evoluídos...
- 160 **Entrevistador:** Mais evoluídos?
- 161 **Héracles:** É, com tecnologia, entre aspas, podiam dominar o fogo e
- 162 conseguiram se aquecer e manter aquecido e isso causou uma competição
- 163 entre o homem de neanderthal e outras espécies, então primeiramente o
- 164 neanderthal foi extinto aí aqui houve outras espécies que foi se extinguindo
- 165 e o homem foi o único que sobrou.
- 166 **Entrevistador:** O homem pode ter o mesmo fim que os outros hominídeos?
- 167 **Héracles:** Depende do que acontecer, pode acontecer um cataclisma.
- 168 Naquela época era um meteoro agora se pegar um fogo incontrollável ou
- 169 então tapar o sol...
- 170 **Entrevistador:** E o homem pode causar sua própria extinção?
- 171 **Héracles:** Ah, do próprio homem eu não sei mas que pode causar a extinção
- 172 de várias espécies que nem, se desmatar a Mata Atlântica, a Amazônia, vai
- 173 matar um monte de espécies que só vivem nesse lugar.
- 174 **Entrevistador:** E por que mata essas espécies?
- 175 **Héracles:** Porque o habitat favorável delas foi destruído.
- 176 **Entrevistador:** Será que o homem pode destruir seu próprio habitat e com
- 177 isso...
- 178 **Héracles:** Se ele pode destruir o dos outros também pode destruir o dele.
- 179 **Entrevistador:** Você poderia dar um exemplo.
- 180 **Héracles:** Ah, tipo a guerra do Vietnã que os Estados Unidos jogou agente
- 181 laranja lá. Várias pessoas que nasceram ali estão contaminadas e vão
- 182 morrendo aos poucos. Uma bomba nuclear também estraga tudo.
- 183 **Entrevistador:** O homem ainda evolui?
- 184 **Héracles:** Se acontecer uma coisa dessas aí, pode ser que evolua. Igual
- 185 naquele exemplo das loiras, lá. Se houver uma mudança no habitat natural,
- 186 onde só vivam as morenas porque filtram a luz solar e as loiras vão morrer
- 187 porque não tem essa capacidade de filtrar a luz solar, aí houve evolução.
- 188 **Entrevistador:** Mas a gente está evoluindo ainda?
- 189 **Héracles:** Por enquanto está tudo estável, não dá pra ver assim se esta
- 190 pessoa está evoluindo, se essas espécies está evoluindo, porque são coisas
- 191 que demoram muito tempo pra acontecer a evolução.
- 192 **Entrevistador:** Por que está tudo estável?
- 193 **Héracles:** Porque estamos adaptados ao nosso ambiente e o ambiente não
- 194 mudou, não muda muito, muda aos poucos, não muda de uma hora pra
- 195 outra.
- 196 **Entrevistador:** Lembra do texto sobre a evolução da cor da pele?

- 197 **Héracles:** Onde os brancos tinham que viver no norte e os negros nos
198 trópicos?
- 199 **Entrevistador:** Hoje não é mais assim. Temos negros no norte e brancos
200 nos trópicos. Por quê?
- 201 **Héracles:** Por causa do acompanhamento médico, né. Tem os esquimós no
202 norte, no pólo norte, que são negros, eles vivem lá por causa que no
203 alimento eles conseguem tirar todas as proteínas que eles precisam pra
204 sobreviver e para as gestantes terem uma boa gestação.
- 205 **Entrevistador:** É proteína que eles tiram?
- 206 **Héracles:** Vitamina D! Os brancos vivendo nos trópicos eles precisam de
207 acompanhamento médico, filtro solar, por que a radiação solar é muito forte
208 e pode destruir a folacina e outras coisas na nossa pele que proporcionam...
209 pode morrer o feto.
- 210 **Entrevistador:** O homem pode guiar a evolução?
- 211 **Héracles:** Ah, pode porque a cada tempo eles descobrem uma espécie nova
212 de algum vegetal, eles estão mudando. Eles pegam essa espécie, mistura
213 com essa, separa dessa, faz isso com essa, não faz isso com aquela. Tá
214 guiando a evolução porque tá evoluindo determinada espécie, que nem os
215 transgênicos.
- 216 **Entrevistador:** Qual o interesse em fazer esse tipo de coisa?
- 217 **Héracles:** Maior produção e menos gastos com defensivos químicos.
- 218 **Entrevistador:** Isso é uma coisa válida?
- 219 **Héracles:** É válida porque ele só separa a que produz mais, algumas
220 espécies eles vão perder, é lógico, mas se ele está separando a que produz
221 mais, ele tá melhorando por que só tá sobrevivendo aquela. Então quem vai
222 comprar soja pra plantar não vai querer plantar aquela que dá dois, três
223 caroços no pé, vai querer plantar aquela que dá um quilo.
- 224 **Entrevistador:** E se isso fosse feito com o ser humano? Melhoramento
225 genético de ser humano?
- 226 **Héracles:** Aí ia ficar muito ruim. Quem nem faz no filme, a pessoa vai na
227 frente do computador: eu quero meu filho de olho azul, alto, tem que ter
228 dom para atletismo, futebol, isso daí ia ficar uma coisa muito ridícula.
- 229 **Entrevistador:** Mas por que é ridícula?
- 230 **Héracles:** Ah, porque é uma coisa que... a ciência vai ser boa pra isso, mas
231 vai ter discriminação genética. Um que não nascer no laboratório vai se
232 discriminado porque ele pode ter doença ele pode ter um monte de coisas e
233 um que for feito no laboratório ele vai ser isento de algumas doenças.
- 234 **Entrevistador:** Você acha isso uma coisa ruim?
- 235 **Héracles:** É ruim porque vai ter a discriminação. Como tem a discriminação
236 racial hoje em dia, vai ter a discriminação genética.
- 237 **Entrevistador:** Se você pudesse ter seu filho e tirar todas as doenças?
- 238 **Héracles:** Não isso daí vai ser tipo uma coisa assim... pra gente que vai ter
239 essa escolha vai ser uma coisa boa, mas depois quando vai fazer um
240 trabalho, assim, aquele que não teve alcance, poder, dinheiro pra poder
241 pagar um laboratório pra escolher o filho dele, tal, ele vai ser discriminado
242 porque já que o filho dele não nasceu em laboratório ele vai ter várias
243 doenças, então a empresa não vai investir dinheiro numa pessoa que não tem
244 muito tempo de garantia.
- 245 **Entrevistador:** Você acha que mexer com o ser humano...
- 246 **Héracles:** Só dá prejuízo, só dá mais discriminação ainda.

- 247 **Entrevistador:** Do ponto de vista social, ético...
- 248 **Héracles:** É por causa que aí cada vez mais vai ter discriminação, hoje por
- 249 causa da discriminação racial, por causa do negro. Mas pra frente pode ser
- 250 genética aí o cara pra pegar um emprego vai ter que fazer 1500 exames ou
- 251 então provar um atestado que ele é feito em laboratório, que nem no filme.
- 252 **Entrevistador:** Como você vê a biologia enquanto estudante do ensino
- 253 médio?
- 254 **Héracles:** É uma matéria boa, não tem conta...
- 255 **Entrevistador:** Só por isso?
- 256 **Héracles:** Não, é bom porque você identifica novas espécies, você classifica
- 257 elas e é bom estudar a vida.
- 258 **Entrevistador:** Mas pra você, quando você estuda biologia, o que você
- 259 acha?
- 260 **Héracles:** É legal saber como é feito o ser humano, os animais, essas coisas.
- 261 **Entrevistador:** E o que mais?
- 262 **Héracles:** Não tem mais, eu já falei que é legal.
- 263 **Entrevistador:** Você gosta?
- 264 **Héracles:** É.
- 265 **Entrevistador:** O curso contribuiu de alguma forma na sua formação?
- 266 **Héracles:** Bom, pelo menos quando você olha pra um morcego você não
- 267 vai falar que ele é parente da águia, ou você vai olhar pra uma vaca e falar
- 268 que é parente do... o que eu ia falar? Esquece a vaca! Tem um monte de
- 269 coisa que é mamífero. Olhar pra vaca e falar que ela é parente do...
- 270 **Entrevistador:** Esquece a vaca!
- 271 **Héracles:** Do jacaré! Falar que a vaca é parente do jacaré, pronto!
- 272 **Entrevistador:** E o que mais? Ajudou em alguma coisa além disso que
- 273 você falou?
- 274 **Héracles:** Foi bom que nem eu já disse das espécies. Agora você já sabe
- 275 como foi a evolução, como separou essas espécies, como deu tanta
- 276 biodiversidade no país, no planeta.
- 277 **Entrevistador:** Você não sabia?
- 278 **Héracles:** Sabia um pouco, mas não aprofundado como agora. Antes você
- 279 olhava pra estrela-do-mar e um urso eu nunca ia falar que a estrela-do-mar é
- 280 mais parente do urso do que da lula
- 281 **Entrevistador:** E na sua vida, mudou alguma coisa? Ajudou a ver as coisas
- 282 de uma forma diferente?
- 283 **Héracles:** Ah, mudar muito, assim, não. Agora, se eu for fazer o curso de
- 284 biologia isso daí já tá melhorado, eu já sei bem, agora assim, no dia-a-dia
- 285 não se usa tanto assim, agora, se for fazer uma faculdade de biologia.
- 286 **Entrevistador:** Mas te ajudou a ter uma opinião sobre clonagem,
- 287 transgênicos, melhoramento genético?
- 288 **Héracles:** Pelos transgênicos eu não sou muito contra não pois só vai
- 289 melhorar, vai diminuir os gastos na lavoura. Agora quanto a mudança do
- 290 homem, aí já vai interferir muito por que vai ter muita discriminação.
- 291 **Entrevistador:** Você fala da discriminação humana por uma questão
- 292 religiosa ou moralmente é incorreto?
- 293 **Héracles:** Moralmente. Por que se você for conciliar religião com ciência
- 294 você vai ficar louco, por que moralmente vai ser muita discriminação. Hoje
- 295 já existe, imagine mais pra frente.

- 296 **Entrevistador:** Quando você soube que o curso era sobre evolução, o que
297 você achou?
- 298 **Héacles:** Normal, gostei.
- 299 **Entrevistador:** Depois do curso, qual a sua opinião sobre a evolução?
- 300 **Héacles:** Que não acontece de uma hora pra outra.
- 301 **Entrevistador:** Você achava que acontecia.
- 302 **Héacles:** Não, tipo assim, quando falava que o homem era parente do
303 macaco eu ia imaginar que o macaco resolveu andar em pé e raspou os
304 pelos. Agora você vai falar que o homem não é irmão do macaco, mas tem
305 um mesmo ancestral comum.
- 306 **Entrevistador:** Você consegue ver isso nesse cladograma?
- 307 **Héacles:** É, pode ser que isso (aponta para o nó que junta C e D) seja um
308 tipo de macaco, mas ninguém sabe. Mas não que o homem veio do
309 chimpanzé, ele tem o mesmo ancestral comum que ele.
- 310 **Entrevistador:** Qual momento do curso foi mais difícil pra você?
- 311 **Héacles:** Mais complicado foi lá do cordão nervoso, que um é ventral,
312 passa nas costas...
- 313 **Entrevistador:** As características dos animais?
- 314 **Héacles:** As características internas.
- 315 **Entrevistador:** Por que era difícil, os nomes?
- 316 **Héacles:** É era muito nome, celomado, mais um monte de coisa, lá.
- 317 **Entrevistador:** É difícil?
- 318 **Héacles:** Não é difícil, é mais complicado. Isso aqui do cladograma é mais
319 fácil, você vai olhando as características. Mas aprender as características
320 internas, a formação dos ossos, essas coisas assim foi meio complicado.
- 321 **Entrevistador:** Por que no cladograma é mais fácil?
- 322 **Héacles:** Por que você já sabe as características.
- 323 **Entrevistador:** Como você já sabe as características?
- 324 **Héacles:** Se você sabe as características de determinada espécie e você
325 olha no grupo externo, aí você vai vendo qual tem as características mais
326 perto dele e quais são mais evoluídas, quais são primitivas ou derivadas.
- 327 **Entrevistador:** E qual o momento melhor para você?
- 328 **Héacles:** Ah, depois que eu aprendi as características eu gostei de montar
329 esse negócio aí.
- 330 **Entrevistador:** O cladograma? Você gostou de montar?
- 331 **Héacles:** É legal.
- 332 **Entrevistador:** É legal montar na mão ou o computador?
- 333 **Héacles:** No computador é melhor.
- 334 **Entrevistador:** Por que?
- 335 **Héacles:** Na mão lá, que nem aquele negócio dos bichinhos de colar foi
336 fácil também. Não tem muito segredo. Você sabendo as características
337 certas pro bicho certo.

4.5. Entrevista – PERSÉFONE

- 1 **Entrevistador:** Pra todo lugar que olhamos, nos deparamos com uma
 2 grande quantidade de seres vivos como plantas e animais. Isso é a
 3 biodiversidade. Como se originou essa biodiversidade?
- 4 **Perséfone:** Ah, eu não lembro muito bem, mas eu lembro que é através da
 5 evolução e da mutação, né. Eu lembro do exemplo do louva-a-deus que eles
 6 eram todos verdinhos aí nasceu um marronzinho e depois nasceu um outro
 7 marronzinho aí (áudio confuso) e aí gerava outro marronzinho ao invés de
 8 ser só o verde.
- 9 **Entrevistador:** Você falou de mutação, o que é mutação?
- 10 **Perséfone:** É uma mudança do gene, o DNA.
- 11 **Entrevistador:** E o que é evolução?
- 12 **Perséfone:** Evolução é quando muda.
- 13 **Entrevistador:** Muda o que?
- 14 **Perséfone:** Ah, o animal pode, por exemplo, por algum motivo, né, ele
 15 muda de lugar, o habitat que ele vive?
- 16 **Entrevistador:** Evoluir é mudar de lugar?
- 17 **Perséfone:** Não de lugar, é mudar, não é melhorar também.
- 18 **Entrevistador:** Mudar o que?
- 19 **Perséfone:** Ah, a natureza muda o animal, ele obriga o animal a mudar, ele
 20 não muda consciente. Lembra do exemplo da baleia, que ela andava em
 21 terra. Então agora vive no mar, talvez seja por isso, (áudio confuso)
- 22 **Entrevistador:** Como ocorre a evolução?
- 23 **Perséfone:** Através da seleção natural.
- 24 **Entrevistador:** O que é seleção natural?
- 25 **Perséfone:** É quando o meio seleciona os indivíduos... não é o que tem mais
 26 capacidade... que tem mais chances de sobreviver nele.
- 27 **Entrevistador:** E quem são esses indivíduos?
- 28 **Perséfone:** Os seres vivos, os animais.
- 29 **Entrevistador:** Por que eles sobrevivem?
- 30 **Perséfone:** Talvez porque eles tenham uma característica que eles não
 31 tinham usado só que aí como o meio começou a selecionar eles, eles
 32 passaram a ter que usar inconscientemente.
- 33 **Entrevistador:** Quando você vê dois bichos muito parecidos, você pode
 34 afirmar que eles são parentes?
- 35 **Perséfone:** Não. Não! Afirmar você pode mas você pode estar errado
 36 também.
- 37 **Entrevistador:** Por que?
- 38 **Perséfone:** Nem tudo que se parece é parente.
- 39 **Entrevistador:** Como assim?
- 40 **Perséfone:** Pra saber se é parente você usa o cladograma, o grupo externo.
- 41 **Entrevistador:** O que é grupo externo?
- 42 **Perséfone:** É o ancestral, não é?
- 43 **Entrevistador:** Ancestral?
- 44 **Perséfone:** É o primeiro, não é? Não, é o primitivo.
- 45 **Entrevistador:** Pra que serve o grupo externo?
- 46 **Perséfone:** Pra saber quais são os parentes, quais evoluíram.
- 47 **Entrevistador:** Você lembra o que é homologia?

- 48 **Perséfone:** Lembro da homologia e analogia, mas não lembro qual que é
49 qual. Só que eu lembro que uma tem seres que se parecem e não são
50 parentes, não tem ancestral comum e a outra e que os seres se parecem e tem
51 um ancestral comum só que agora eu não lembro qual que é que.
- 52 **Entrevistador:** A primeira que você falou é analogia.
- 53 **Perséfone:** Ele tem uma característica que tem a mesma função, mas eles
54 não tem ancestral comum e a homologia é a mesma coisa só que tem
55 ancestral comum.
- 56 **Entrevistador:** E pra você fazer classificação, qual é mais indicada.
- 57 **Perséfone:** A homologia.
- 58 **Entrevistador:** Por que?
- 59 **Perséfone:** Porque aí sim você vai saber se eles são parentes ou não porque
60 aí vem de um ancestral comum porque (áudio confuso) é que nem colocar
61 uma tartaruga com peixe, os dois nadam, e daí?
- 62 **Entrevistador:** Os mamíferos todos têm características comuns como pelos
63 e glândulas mamárias. Por que?
- 64 **Perséfone:** Porque o primitivo tem.
- 65 **Entrevistador:** Como assim primitivo?
- 66 **Perséfone:** Não sei explicar.
- 67 **Entrevistador:** Olhando no cladograma, como ficaria? (olha o cladograma)
- 68 **Perséfone:** Ó, tem o ancestral e o ancestral tem pelinho e aí nasce outro
69 com pelinho e aí outro também vai nascer com pelinho, até não modificar.
- 70 **Entrevistador:** Então é o ancestral?
- 71 **Perséfone:** Isso, é.
- 72 **Entrevistador:** Os biólogos tentam organizar a biodiversidade através de
73 classificações. Que critérios eles usam para fazer isso?
- 74 **Perséfone:** É por parentesco, seriam as homologias, né, fazer os
75 cladogramas, saber quais espécies evoluíram... Não, não, não tem espécies
76 mais evoluídas do que as outras, todas evoluem no seu tempo (áudio
77 confuso) de que ancestral descenderam.
- 78 **Entrevistador:** Você lembra o que é cladística?
- 79 **Perséfone:** ...
- 80 **Entrevistador:** Em que a cladística difere dos outros métodos de
81 classificação?
- 82 **Perséfone:** Eu não lembro direito, as eu acho que é porque aí você
83 realmente vai saber quais são os parentes (áudio confuso) porque se
84 classificasse só por analogia não teria como.
- 85 **Entrevistador:** Quando você olha para um cladograma como esse, ele tem
86 algum significado para você?
- 87 **Perséfone:** Mostra a árvore genealógica dos bichos, quais são mais parentes
88 de quais, que nem o C e o D são mais parentes porque descendem do
89 mesmo ancestral. É parentesco entre os bichos, é a árvore genealógica deles.
- 90 **Entrevistador:** Você sabe o que é especiação?
- 91 **Perséfone:** Eu não lembro.
- 92 **Entrevistador:** É a formação de novas espécies. Olhando para o
93 cladograma onde ocorre especiação?
- 94 **Perséfone:** Aqui.
- 95 **Entrevistador:** Aqui onde?
- 96 **Perséfone:** Nos nós.

- 97 **Entrevistador:** Algum desses seres do cladograma é mais evoluído que o
 98 outro?
- 99 **Perséfone:** Não!
- 100 **Entrevistador:** Por que?
- 101 **Perséfone:** Porque cada um foi evoluído enquanto era vivo no seu habitat,
 102 no seu meio ambiente, era evoluído pra viver no seu meio.
- 103 **Entrevistador:** E o que é ser evoluído pra viver no seu meio?
- 104 **Perséfone:** Como?
- 105 **Entrevistador:** Você falou que eles são evoluídos para viver no seu meio,
 106 então eles são adaptados.
- 107 **Perséfone:** É, isso.
- 108 **Entrevistador:** Qual o animal mais primitivo?
- 109 **Perséfone:** O A.
- 110 **Entrevistador:** Por que?
- 111 **Perséfone:** Porque ele foi o primeiro do nozinho aqui, ele veio do primeiro
 112 nó.
- 113 **Entrevistador:** Qual deles está há mais tempo adaptado ao meio ambiente?
- 114 **Perséfone:** Não sei se o A está vivo ainda, ele está vivo ainda?
- 115 **Entrevistador:** Sim, ele se encontra no topo do cladograma.
- 116 **Perséfone:** Então é ele. Ele está há mais tempo no meio ambiente e o C e o
 117 B vieram depois.
- 118 **Entrevistador:** Quem é o grupo irmão do homem?
- 119 **Perséfone:** O chimpanzé, não é?
- 120 **Entrevistador:** E quem é o ancestral?
- 121 **Perséfone:** Ai, eu lembro lá daquela Luzia...
- 122 **Entrevistador:** Ela era ancestral do homem?
- 123 **Perséfone:** Não, ela já era um ser humano... eu sei que o chimpanzé não é o
 124 ancestral do homem, ele é o grupo irmão, mas ancestral do homem seria o...
 125 homem de neanderthal? Não, homem de neanderthal (áudio confuso) eu não
 126 lembro.
- 127 **Entrevistador:** Nos vimos vários outros homens primitivos como o
 128 Neanderthal, o Australopithecus...
- 129 **Perséfone:** Desses aí eu lembro.
- 130 **Entrevistador:** Porque eles não aparecem hoje no nosso cladograma?
- 131 **Perséfone:** Eles não se adaptaram.
- 132 **Entrevistador:** Não se adaptaram?
- 133 **Perséfone:** É, eles não se adaptaram.
- 134 **Entrevistador:** E o que aconteceu com eles?
- 135 **Perséfone:** Eles foram extintos. Eu lembro que o homem de neanderthal foi
 136 extinto porque tinha outro grupo que eles viviam, um grupo mesmo, então
 137 para eles caçarem era mais fácil, conseguiam comida mais fácil, e como o
 138 homem de neanderthal vivia sozinho ele morreu mais rápido porque era
 139 mais difícil ele conseguir comida, ele vivia sozinho era mais difícil pra ele
 140 caçar.
- 141 **Entrevistador:** E o homem atual, pode entrar em extinção?
- 142 **Perséfone:** Poder, pode, mas vai ser muito difícil com toda tecnologia.
- 143 **Entrevistador:** Essa tecnologia pode salvar o homem da extinção?
- 144 **Perséfone:** Eu acho que se ele quiser fazer isso ela pode
- 145 **Entrevistador:** Por exemplo?

- 146 **Perséfone:** Pro homem entrar seria só um cataclisma muito grande ou então
147 ele foi se extinguindo ao longo do tempo, acabando com os alimentos, tudo,
148 só que aí a tecnologia inventaria alimentos produzidos em laboratório, aí só
149 comeria aqueles, uma coisa assim.
- 150 **Entrevistador:** Você acha que a tecnologia é boa?
- 151 **Perséfone:** Depende na mão de quem.
- 152 **Entrevistador:** Por exemplo?
- 153 **Perséfone:** Dá na mão do Bin Laden!
- 154 **Entrevistador:** O que tem?
- 155 **Perséfone:** Ele vai construir uma arma química.
- 156 **Entrevistador:** Então, a mesma tecnologia que você disse poder salvar o
157 homem da extinção, pode construir uma arma química.
- 158 **Perséfone:** Pode!
- 159 **Entrevistador:** Será que o homem através dessa tecnologia...
- 160 **Perséfone:** Pode matar todo mundo! Por isso que eu falei, a tecnologia
161 depende na mão de quem.
- 162 **Entrevistador:** Então, o homem pode levar o homem à extinção?
- 163 **Perséfone:** Pode!
- 164 **Entrevistador:** O homem ainda evolui?
- 165 **Perséfone:** Não, acho que não evolui mais não.
- 166 **Entrevistador:** Por que?
- 167 **Perséfone:** Porque ele já está adaptado a esse meio, assim, ultimamente ele
168 tem tudo na mão, pra que ele vai precisar evoluir, ele só evolui se for pra
169 conseguir alguma coisa para o próprio bem dele.
- 170 **Entrevistador:** Como assim, que tipo de evolução é essa? Biológica?
- 171 **Perséfone:** Evolução de ele fazer ele mesmo evoluir por algum motivo.
- 172 **Entrevistador:** Isso seria evolução tecnológica, social? De que evolução
173 você esta falando?
- 174 **Perséfone:** Seria tecnologia porque ele estaria evoluindo... estaria usando a
175 tecnologia para evoluir. Ah, eu não sei explicar isso não.
- 176 **Entrevistador:** Mas biologicamente o homem evolui...
- 177 **Perséfone:** Não!
- 178 **Entrevistador:** Ele sofre as influencias do meio ambiente, da seleção
179 natural...
- 180 **Perséfone:** Não!
- 181 **Entrevistador:** Por que não?
- 182 **Perséfone:** Eu lembro que tem a ver com aquele negócio... eu até lembro
183 dos tipos de pele... da cultura, não é?
- 184 **Entrevistador:** Por que?
- 185 **Perséfone:** Ah, porque ele sabe que se ele, tipo, um negro for morar no pólo
186 norte vai ser bem mais difícil para ele sobreviver porque tem muito poucos
187 raios solares, só que ele pode sobreviver, ele sobrevive a base de vitaminas,
188 ué, uma alimentação balanceada. A mesma coisa, tipo, eu morasse perto do
189 equador, aí eu ficar mais morena, vou usar filtro solar, vou me proteger mais
190 com roupas, tal. Eu tenho casa para morar.
- 191 **Entrevistador:** O homem pode guiar a evolução?
- 192 **Perséfone:** Ah, ele pode, se ele destruir todas, tipo, se ele destruir algum
193 meio que vive, assim, um tipo de animal e esse animal não puder viver lá e
194 se ele não tiver uma característica que de para ele evoluir, o homem pode
195 guiar a evolução, ele pode assim, ele pode fazer com que só algumas

- 196 espécies evoluam por causa do meio. Se ele destruir todas as florestas, aí só
197 as que conseguirem, sei lá, tiverem tanta necessidade de comer essas frutas,
198 uma coisa assim.
- 199 **Entrevistador:** Existe alguma outra forma de o homem moldar a evolução?
200 **Perséfone:** Ah, tem a seleção artificial, né, eu lembro do exemplo da
201 vaquinha. A vaquinha que produzia mais leite você separava (áudio
202 confuso) lembro disso.
- 203 **Entrevistador:** O que você acha da seleção artificial?
204 **Perséfone:** Ah, pros animais, assim, pro meio, assim, não é muito bom,
205 seria bom só pro homem mesmo.
- 206 **Entrevistador:** Por que não é bom pros animais?
207 **Perséfone:** Tadinha das vaquinhas elas vão ficar de lado, vão virar carne,
208 vão virar bife acebolado só porque ele quis a vaquinha que tinha mais leite?
209 **Entrevistador:** E pro ser humano?
210 **Perséfone:** aí é bom porque ele vai estar lucrando mais.
- 211 **Entrevistador:** Só pelo lucro? E a produção de alimento?
212 **Perséfone:** É, mas tadinha das vaquinhas.
213 **Entrevistador:** É que você é amante dos animais?
214 **Perséfone:** Eu sou! Defensora!
- 215 **Entrevistador:** E em relação a seleção artificial de seres humanos?
216 **Perséfone:** Que nem no filme?
217 **Entrevistador:** É.
218 **Perséfone:** Cachorrada!
- 219 **Entrevistador:** Por que?
220 **Perséfone:** Fala sério, só porque o cara usa óculos ele vai se ferrar. Aí eu ia
221 me ferrar também.
222 **Entrevistador:** Mas você faria? O que você acha de pegar os melhores
223 genes de uma pessoa...
224 **Perséfone:** Não, eu acho que é assim, eu lembro que na outra entrevista eu
225 até falei, pro seu filho não ter alguma doença grave, não morrer cedo, por
226 alguma doença, acho que eu até faria. Agora essas coisas como cor do olho,
227 assim, eu não sei porque. Aí eu queria ter o olho verde... “Aí eu quero uma
228 menina de cabelos loiros e dos olhos verdes”, pensa bem você vai querer,
229 assim, querer, você vai porque... eu não sei se faria isso, mas pra não ter
230 uma doença muito grave, alguma coisa assim eu faria.
- 231 **Entrevistador:** E pra algum tipo de habilidade especial?
232 **Perséfone:** Não, acho que isso nem tanto, só se eu quisesse ver muito filho
233 meu formado médico, mas não, eu acho que não.
- 234 **Entrevistador:** Como você vê a biologia, enquanto estudante do ensino
235 médio?
236 **Perséfone:** Ah, é uma coisa boa porque através dela consegue organizar os
237 animais, as plantas.
238 **Entrevistador:** Mas quando você estuda biologia o que passa pela sua
239 cabeça?
240 **Perséfone:** Ah, tinha umas coisas assim que eu nem sonhava, que nem
241 algumas doenças que eu lembro do escorbuto, eu nunca imaginei... imagina
242 as vezes até você podia ter só por falta de vitamina no sangue e você nunca
243 ia imaginar que era por causa daquilo. Era mais fácil você imaginar que
244 você tem a gengiva sensível e a escova esta muito dura para a sua gengiva.
245 É mais fácil você imaginar isso. Eu acho que é legal. Você descobre

- 246 algumas coisas que você não imaginava. Antes eu não gostava muito não,
247 mas agora tá melhorando.
- 248 **Entrevistador:** O curso de uma forma geral, como contribuiu sua
249 formação?
- 250 **Perséfone:** Agora eu vou olhar o animalzinho lá e falar assim: aquele é
251 parente daquele porque eu lembro. Eu saberia organizar, não de uma forma
252 totalmente correta, mas de uma forma que daria pra entender um
253 cladograma. É difícil, mas se esforçando dá pra organizar. Acho que
254 despertou um interesse que eu não tinha. Não tinha nenhum interesse em
255 saber qual era parente de qual, agora você olha e fica imaginando pra que
256 aquelas rãs tem aquela coisinha na patinha, você imagina pra que é. Pra mim
257 era tudo a mesma coisa, sapo, rã e perereca. Agora você imagina que a rã
258 tem aquilo por que precisa daquilo. aí você fica imaginado o animal e
259 porque ele tem aquela característica.
- 260 **Entrevistador:** Como você se sentiu ao saber que o curso falava de
261 evolução?
- 262 **Perséfone:** Não, não achei nada tão assim... Foi normal... Não fiquei
263 espantada.
- 264 **Entrevistador:** Você é uma pessoa muito religiosa?
- 265 **Perséfone:** Já fui mais agora estou meio relaxada.
- 266 **Entrevistador:** Por quê?
- 267 **Perséfone:** Ah, sei lá. Não tem nada a ver com coisas assim... tem a ver com
268 a própria igreja mesmo. Tem muita coisa errada dentro da própria igreja.
269 Isso desanima um pouco.
- 270 **Entrevistador:** Quais momentos do curso você teve mais dificuldade?
- 271 **Perséfone:** As características dos animais. O corpo dos seres.
- 272 **Entrevistador:** Por quê?
- 273 **Perséfone:** Muita informação, muito nome estranho, muito palavrão. Um
274 monte de coisa pra... por que tem mesoderme. Você tinha que lembrar que
275 esse tem mesoderme e aquele não tem.
- 276 **Entrevistador:** Qual seria a melhor forma de estudar esse assunto?
- 277 **Perséfone:** Através da... não sei explicar... através da classificação, a gente
278 classificaria os animais... não, não tem nada a ver.
- 279 **Entrevistador:** Quais momentos você teve maior aproveitamento?
- 280 **Perséfone:** Ah, eu gostei do texto dos tipos de pele, eu gostei bastante, e do
281 comezinho também, dos animais, que falava do louva-a-deus das (áudio
282 confuso).
- 283 **Entrevistador:** Por que você gostou disso?
- 284 **Perséfone:** Não sei. Talvez porque tenha sido mais fácil pra mim.
- 285 **Entrevistador:** Será que foi mais fácil por que era mais interessante?
- 286 **Perséfone:** Pode ser que seja pra mim, mas pra outra pessoa não.
- 287 **Entrevistador:** Quer fazer algum comentário do curso?
- 288 **Perséfone:** Ah, foi legal, no começo a gente estava todo empolgado, mas
289 tinha dias que a gente vinha morrendo de sono.
- 290 **Entrevistador:** É por que era à tarde.
- 291 **Perséfone:** É, depois do almoço! Mas foi bom. Eu aprendi coisas que eu
292 nem tinha imaginação do que seria. Eu nem sabia o que era um cladograma,
293 nem ia saber nunca provavelmente.
- 294 **Entrevistador:** A menos que você fizesse faculdade de biologia.
- 295 **Perséfone:** Então, eu não vou fazer faculdade de biologia.

5. Análise Fenomenográfica

Nesta análise busquei desvelar como os alunos conceituam ou percebem determinados assuntos relacionados com evolução.

Procurei discursos relacionados aos conceitos de adaptação, origem da diversidade, cladogramas, seleção natural, ancestralidade comum, ciência e religião, evolução humana e questões éticas. E, seguida procurei interpretar os discursos obtidos e criei as categorias que compuseram os meus “**Espaço de Resultados**” para os diferentes conceitos.

É claro que os discursos e as categorias obtidos neste trabalho não são definitivos. Outros olhares poderão encontrar novos discursos e novas categorias.

5.1. Adaptação

5.1.1. Discursos sobre adaptação

5.1.1.1. Hermes

Linha	Discurso	Interpretação
27	Hermes: Bom, de acordo com o que você precisa pra sobreviver.	<i>As adaptações surgem de acordo com as necessidades dos organismos.</i>
46-49	Hermes: A partir do momento que a população dele começa a cair, do verde, sendo que ele fica no tronco, aí ele vai pra folha e vê que a população dele começa a crescer na folha, se desenvolver melhor na folha e permanece por lá.	<i>Os seres vivos tem “consciência” de quais ambientes são mais favoráveis em virtude das características que possuem.</i>
66	Hermes: Surgiu como uma resposta ao meio.	<i>As características adaptativas surgem após às alterações no meio ambiente.</i>
68	Hermes: Ele é obrigado a mudar, né, senão entra em extinção.	<i>Os organismos que não conseguem se adaptar as alterações ambientais entram em extinção.</i>
75	Hermes: Não, quem tem um pouco de pelos tem mais chance de sobreviver.	<i>Os seres vivos que possuem algumas características adaptativas prévias conseguem sobreviver frente às mudanças do meio ambiente.</i>
79-80	Hermes: Então não! Quem já está adaptado sobrevive quando o meio muda e quem não esta morre.	<i>As características que se tornaram adaptativas já estavam presentes antes da mudança do meio.</i>
93-96	Hermes: Bom, eles não começaram a nadar de uma vez. Com o tempo eles foram... eles tiveram a necessidade de mudar porque eles na terra, por exemplo, eles não estavam se dando bem e foram aos poucos entrando nos mares, nos rios.	<i>As adaptações surgem de acordo com as necessidades dos organismos.</i>
224	Hermes: Teve necessidade de mudar, ué, senão ia morrer.	<i>As adaptações surgem de acordo com as necessidades dos organismos.</i>

5.1.1.2. Deméter

100-104	Deméter: Adaptação? Se for... Adaptação? O ambiente selecionaria ele onde ele melhor, né, viveria. Por exemplo, se ele morasse nas folhas por ser marrom ele seria mais visto pelos predadores aí ele passou a viver nos troncos e aí a partir disso ele não foi mais predado. Podia ter o da folha e o do tronco, mas os das folhas foram predados e sobreviveram os dos troncos.	<i>A adaptação é o resultado de um processo de seleção de características favoráveis para determinados ambientes.</i>
106-108	Deméter: Ai, o animal vai viver... eu acho assim que ele podia existir em todos os lugares mas só sobreviveu onde era melhor pra ele, onde encontrava alimento.	<i>A adaptação é o resultado de um processo de seleção de características favoráveis para determinados ambientes.</i>
211 e 213	Deméter: Morreu... Talvez porque ele não estava adaptado ao meio ambiente.	<i>Os organismos que não estão adaptados ao meio deixam de existir.</i>
304 e 306	Deméter: Eles não eram adaptados ao meio ambiente... Entraram em extinção.	<i>Os organismos que não estão adaptados ao meio deixam de existir.</i>
329-330	Deméter: Por que o ambiente já não serve mais pra ele, ele já não encontra no ambiente as coisas que ele necessita.	<i>Alterações no meio ambiente podem causar extinção.</i>

5.1.1.3. Atena

27	Atena: Ah, ela teve que se adaptar ao que tinha, é isso!	<i>As adaptações surgem de acordo com as alterações do meio ambiente.</i>
37-39	Atena: As que eram adaptadas a comer o tomate. Mas não que eram adaptadas, É tipo assim, tinham uma característica que desse pra comer tomate.	<i>A adaptação é o resultado de um processo de seleção de características favoráveis para determinados ambientes.</i>
129-130	Atena: Ah... É esse aqui (mostra A) porque ele já surgiu há mais tempo e ainda vive, não é? Então ele sofreu menos no sentido de... (se modificar menos).	<i>As linhagens de seres vivos que sofreram poucas modificações durante sua existência ficaram mais tempo adaptadas às condições ambientais.</i>
143-145	Atena: Por que eles não se adaptaram ao meio em que eles viviam. Às mudanças que aconteceram no meio ambiente. Eles não se adaptaram e então morreram.	<i>Os organismos que não estão adaptados ao meio deixam de existir.</i>
180-182	Atena: Porque eu acho que ele não precisa se adaptar tanto. Não acontecem tantas mudanças, assim, que ele precisa se adaptar tanto então eu acho que ele não evolui tanto.	<i>Mudanças no meio ambiente exigem novas características adaptativas.</i>

5.1.1.4. Hércules

18-20	Entrevistador: Quem vai sobreviver? Hércules: As que têm características melhores pra se adaptar em determinado lugar.	<i>Os organismos que não estão adaptados ao meio deixam de existir.</i>
26-29	Hércules: Maior quantidade de fatores que proporcionam a vida dele, como no mar o peixe que tiver a nadadeira que nada mais rápido vai sobreviver melhor dos predadores, na terra o que tiver a perna que corre mais vai sobreviver dos predadores, e assim vai.	<i>As características adaptativas permitem a sobrevivência dos seres vivos no meio ambiente.</i>
114-117	Hércules: Não, elas mudaram porque elas se originaram de um ancestral comum e estão no topo do cladograma, então quer dizer que hoje elas estão adaptadas, mas pode ser que no futuro próximo elas... algumas sumam.	<i>As adaptações dependem da constância do meio ambiente: um organismo adaptado hoje pode não o ser amanhã.</i>
184-187	Hércules: Se acontecer uma coisa dessas aí, pode ser que evolua. Igual naquele exemplo das loiras, lá. Se houver uma mudança no habitat natural, onde só vivam as morenas porque filtram a luz solar e as loiras vão morrer porque não tem essa capacidade de filtrar a luz solar, aí houve evolução.	<i>A adaptação é o resultado de um processo de seleção de características favoráveis para determinados ambientes</i>
193-195	Hércules: Porque estamos adaptados ao nosso ambiente e o ambiente não mudou, não muda muito, muda aos poucos, não muda de uma hora pra outra.	<i>A constância no meio ambiente mantém os indivíduos adaptados.</i>

5.1.1.5. Perséfone

30-32	Perséfone: Talvez porque eles tenham uma característica que eles não tinham usado só que aí como o meio começou a selecionar eles, eles passaram a ter que usar inconscientemente.	<i>A adaptação é o resultado de um processo de seleção de características favoráveis para determinados ambientes</i>
101-102	Perséfone: Porque cada um foi evoluído enquanto era vivo no seu habitat, no seu meio ambiente, era evoluído pra viver no seu meio.	<i>A adaptação está relacionada com as condições do meio ambiente.</i>
135-140	Perséfone: Eles foram extintos. Eu lembro que o homem de neanderthal foi extinto porque tinha outro grupo que eles viviam, um grupo mesmo, então para eles caçarem era mais fácil, conseguiam comida mais fácil, e como o homem de neanderthal vivia sozinho ele morreu mais rápido porque era mais difícil ele conseguir comida, ele vivia sozinho era mais difícil pra ele caçar.	<i>Quem não tem características adaptativas para fazer frente às alterações ambientais desaparece.</i>
257-259	Perséfone: Agora você imagina que a rã tem aquilo por que precisa daquilo. aí você fica imaginado o animal e porque ele tem aquela característica.	<i>As características adaptativas são necessárias para os seres vivos.</i>

5.1.2. Espaço de resultados para adaptação

Categoria A1.

A adaptação é vista como um resultado da ação consciente dos organismos que conseguem avaliar as condições do meio ambiente de forma a poderem escolher qual o melhor local para sua sobrevivência.

Ex: Hermes 46-49.

Categoria A2

As características adaptativas surgem após a mudança das condições ambientais.

Ex.: Hermes 27, 93-96, 66 e 224.

Categoria A3

As adaptações são discutidas sob um ponto de vista fisiológico e anatômico, de forma a permitir a sobrevivência dos organismos em determinadas circunstâncias ambientais.

Ex.: Perséfone 257-259; Hércules 26-29.

Categoria A4

Destaca a importância das variações do meio ambiente no aparecimento de caracteres adaptativos, sem fazer menção a respeito do momento em que as características adaptativas surgem.

Ex.: Atena 27, 129-130, 180-182; Hércules 114-117, 193-195; Perséfone 101-102.

Categoria A5

As características adaptativas permitem a sobrevivência dos organismos quando ocorrem alterações ambientais. Se essas características não existirem, os organismos desaparecem.

Ex.: Hermes 68; Deméter 211-213, 304-306, 329-330; Atena 143-145, Hércules: 19-20; Perséfone: 135-140.

Categoria A6

A adaptação é o resultado de um processo de seleção de características preexistentes favoráveis para determinados ambientes.

Ex.:Hermes 75, 79-80; Deméter 100-104, 106-108; Atena 37-39; Hércules 184-187; Perséfone: 30-32.

5.2. Origem da diversidade

5.2.1. Discursos sobre origem da diversidade

5.2.1.1. Hermes

Linha	Discurso	Interpretação
5	Hermes: Bom, os seres vão se separando, vão evoluindo	<i>A separação geográfica dos seres vivos gera novas espécies</i>
12 - 16	Hermes: Bom, por que é assim: os dois se separando em dois grupos, né, aí os... o grupo vai... um grupo vai (áudio confuso) daquele grupo e conforme o tempo vão surgindo mutações e vão sendo distribuídas entre os descendentes daquele grupo e o outro vai ter outro tipo de mutação e no futuro pode gerar duas espécies diferentes.	<i>Mutações dão origem a novos caracteres e novas espécies.</i>
41 - 42	Entrevistador: Como surgiu um gafanhoto verde no meio dos marrons? Hermes: Através da mutação.	<i>Novas características surgem por mutação.</i>
199 - 201	Entrevistador: Olhando pra esse cladograma aí, como ocorreu essa mudança. Hermes: Através de mutação, todos aqueles fatores lá.	<i>Novas características surgem por mutação.</i>

5.2.1.2. Deméter

Linha	Discurso	Interpretação
4 - 5	Deméter: Na minha opinião Deus criou primeiramente e depois, através do que já existia, foi surgindo o que hoje existe.	<i>Deus criou as primeiras espécies que deram origem à outras por mecanismos evolutivos.</i>
9 - 16	Entrevistador: Segundo os biólogos existem, cerca de 1 milhão e 400 mil espécies de seres vivos. Quando Deus criou as espécies, ele já criou todas elas? Deméter: Não! Aí eu acredito na mutação. Que mudou. Entrevistador: Mudou? Deméter: Por exemplo, animais de diferentes espécies talvez, poderia ter ocorrido deles terem se cruzado e ter nascido uma outra espécie. Ter se transformado, alguma coisa assim.	<i>Deus criou as primeiras espécies de seres vivos que sofreram mutação e que, por hibridação, deram origem a outras espécies.</i>
48 - 51	Entrevistador: A dança nupcial. Mas por que o macho deixa de dançar do jeito certo? Deméter: Ah, eu acho que após um longo tempo talvez ele teve uma mutação que fez com que ele não reconhecesse	<i>As mutações podem alterar o comportamento dos seres vivos.</i>

5.2.1.3. Atena

Linha	Discurso	Interpretação
4	Atena: Através talvez da especiação e da mutação?	<i>A diversidade surge por especiação e mutação</i>
205 -216	Entrevistador: Como você vê o homem mexendo em outros seres vivos? Atena: Olha, quando, assim, antes de fazer esse curso mesmo eu pensava totalmente diferente. Eu achava assim que não devia, e achava mesmo que tudo era criado por Deus, entendeu? Eu, assim, claro, já tinha ouvido falar desse negócio de evolução, mas nunca tinha estudado sobre isso. Eu achava que Deus tinha criado cada coisa. Hoje eu vejo que não. Não que eu desacredite que ele criou cada coisa. Ele criou, mas as coisas se evoluíram, mas assim, que nem, esse negócio dos alimentos transgênicos, é uma seleção artificial, não é? Pode ser ruim ou pode ser boa, né. Pelo que eu li, ainda não se sabe se causa doença, então até que se prove o contrário, eu, assim, aceito, entendeu? Eu acho que não é o mais certo... Tinha que ser natural mesmo.	<i>Deus criou as primeiras espécies de seres vivos que originaram outras espécies por mecanismos evolutivos.</i>
254 - 266	Atena: Ajudou! Porque eu tinha um pensamento totalmente diferente. Pra mim Deus criou a galinha, a baleia, a vaca, o cavalo, entendeu? Tudo que tem hoje, do jeito que tá. Más eu vejo que não, que pode ter sido mesmo... que esses cientistas que provaram, mas tudo não é certo, pode mudar, mas eu acreditei nisso daí, eu acredito, eu acho que tem lógica. Que Deus pode ter criado sim, por que eu acho que Deus criou, mas pode ter evoluído. A galinha pode não ter sido uma galinha do jeito que ela é hoje. Pode ter ocorrido várias mudanças nela. A baleia pode sim ter ancestral comum com as ovelhas. Através dessas provas que deram aí eu acreditei e mudou muito, mudou muito! Mudou muito mesmo. Eu assim, nossa, que nem, a dúvida da galinha e do ovo, quem nasceu primeiro foi o ovo, pois pode ter sido descendente de um réptil. Eu acredito nisso, eu aceitei isso, entendeu? Mudou muito mesmo o que eu pensava.	<i>Deus criou as primeiras espécies de seres vivos que originaram outras espécies por mecanismos evolutivos.</i>

5.2.1.4. Héracles

Linha	Discurso	Interpretação
3 - 6	Héracles: Se originou de várias mutações e devido a separações geográficas. O que acontecia com determinada espécie não aconteceu com outra, umas evoluíram e outras se mantiveram como estavam, e assim houve a biodiversidade que existe hoje.	<i>A diversidade se origina por mutações e separação geográfica.</i> <i>Novas espécies surgem por mutação e isolamento geográfico.</i>
96 - 98	Entrevistador: Você falou que o ancestral comum está no nó. Por que do ancestral comum surgem duas espécies? Héracles: Por causa da separação geográfica ou outros fatores	<i>A separação geográfica pode dar origem à novas espécies.</i>

5.2.1.5. Perséfone

Linha	Discurso	Interpretação
4- 8	Perséfone: Ah, eu não lembro muito bem, mas eu lembro que é através da evolução e da mutação, né. Eu lembro do exemplo do louva-a-deus que eles eram todos verdinhos aí nasceu um marronzinho e depois nasceu um outro marronzinho aí (áudio confuso) e aí gerava outro marronzinho ao invés de ser só o verde.	<i>Novos indivíduos surgem por evolução e mutação.</i>

5.2.2. Espaço de resultados para origem da diversidade

Categoria B1

A diversidade de seres vivos se originou por mutações

Ex.: Hermes 41 - 42 e 199 - 201; Deméter 48 - 51.

Categoria B2

A diversidade de seres vivos surgiu por um processo evolutivo e mutação.

Ex.: Perséfone 4 - 8.

Categoria B3

A diversidade de seres vivos surge quando eles são separados geograficamente e sofrem mutação.

Ex.: Hermes 5 e 12 - 16; Atena 4; Héracles 3 -6.

Categoria B4

Novas espécies surgem por isolamento geográfico.

Ex.: Héracles 96 - 98.

Categoria B5

As primeiras espécies criadas por deus deram origem a outras espécies por hibridação.

Ex.: Deméter 9 - 16

Categoria B6

Deus criou as primeiras espécies que, através de mecanismos evolutivos, deram origem às outras.

Atena: 205 - 216 e 254 - 266; Deméter 5 -5.

5.3. Cladogramas

5.3.1. Discursos sobre cladogramas

5.3.1.1. Hermes

Linha	Discurso	Interpretação
139	Hermes: A organização dos seres pelo ancestral.	<i>Os cladogramas organizam os seres vivos de acordo com seus ancestrais.</i>
160 - 161	Hermes: Bom, ele mostra a evolução no período de tempo. Aqui são os seres mais adaptados (mostra A, B, C e D no cladograma).	<i>Os cladogramas mostram a evolução e os indivíduos adaptados ao meio.</i>
163	Hermes: Os que estão mais adaptados estão no topo do cladograma.	<i>Os cladogramas mostram os indivíduos adaptados ao meio.</i>

5.3.1.2. Deméter

Linha	Discurso	Interpretação
157 - 158	Deméter: Mostra os seres que hoje existem, que são mais adaptados e os ancestrais.	<i>Os cladogramas mostram os indivíduos adaptados ao meio.</i>
183 - 185	Deméter: É porque... Evoluído... Eu acho... Por que evoluir não é melhorar então não é que ele seja melhor, mas talvez se ele evoluiu, na minha opinião a evolução é por causa da descendência, assim.	<i>A produção de descendentes é sinônimo de evolução.</i>
196	Deméter: Talvez seja mais fácil para eles identificar.	<i>Os cladogramas podem facilitar a identificação dos seres vivos.</i>
201 - 202	Deméter: Talvez com outra forma, mas com essa aqui dá pra comparar com o grupo externo e a partir disso ver as outras espécies.	<i>Os cladogramas permitem a comparação entre espécies.</i>

5.3.1.3. Atena

Linha	Discurso	Interpretação
90 - 91	Atena: Mostrar como os seres evoluíram, não é? Mostra desde o primitivo até...	<i>Os cladogramas mostram a evolução dos seres vivos.</i>
104 - 106	Atena: É tipo uma árvore genealógica que mostra... os que estão no topo são os mais adaptados, mostra a adaptação, como eles chegaram até lá. E o grau de parentesco, talvez.	<i>Os cladogramas mostram a história evolutiva, o grau de parentesco e os indivíduos adaptados ao meio.</i>

5.3.1.4. Héracles

Linha	Discurso	Interpretação
92 - 95	Héracles: A cladística mostra melhor, assim, as espécies que estão vivendo hoje, que estão adaptadas. Os ancestrais comuns que estão nos nós ela não mostra, ela não fala qual que era os animais, ela mostra os evoluídos, os que existem até hoje.	<i>Os cladogramas mostram as espécies atuais, não mostra seus ancestrais.</i>
101 - 108	Entrevistador: Especiação. Quando você olha pra um cladograma como esse, qual o significado dele? Héracles: Que todas as espécies que estão aparecendo estão vivas até hoje. Entrevistador: E o que mais? Héracles: Não evoluem mais. Entrevistador: Não evoluem mais? Héracles: Não! Elas podem evoluir, mas estão estáveis nessa determinada... dia de hoje.	<i>Os cladogramas mostram as espécies atuais. O cladograma é temporal. Mostra uma relação de parentesco para um determinado momento. O cladograma não é definitivo.</i>
318 - 320	Héracles: Não é difícil é mais complicado. Isso aqui do cladograma é mais fácil, você vai olhando as características. Mas aprender as características internas, a formação dos ossos, essas coisas assim foi meio complicado.	<i>Os cladogramas são fáceis de entender porque permitem visualizar os caracteres dos seres vivos.</i>
324 - 326	Héracles: Se você sabe as características de determinada espécie e você olha no grupo externo, aí você vai vendo qual tem as características mais perto dele e quais são mais evoluídas, quais são primitivas ou derivadas.	<i>O grupo externo serve como referencial para a polarização dos caracteres.</i>

5.3.1.5. Perséfone

Linha	Discurso	Interpretação
40	Perséfone: Pra saber se é parente você usa o cladograma, o grupo externo.	<i>Os cladogramas auxiliam a determinar o parentesco entre os seres vivos.</i>
82 - 84	Perséfone: Eu não lembro direito, as eu acho que é porque aí você realmente vai saber quais são os parentes (áudio confuso) porque se classificasse só por analogia não teria como.	<i>Os cladogramas mostram as relação de parentesco pois não sua construção são usadas homologias.</i>
87 - 89	Perséfone: Mostra a árvore genealógica dos bichos, quais são mais parentes de quais, que nem o C e o D são mais parentes porque descendem do mesmo ancestral. É parentesco entre os bichos, é a árvore genealógica deles.	<i>Os cladogramas mostram o parentesco entre os seres vivos.</i>

5.3.2. Espaço de resultados para cladogramas

Categoria C1

Os cladogramas representam a história evolutiva dos seres vivos.

Ex.: Hermes 160 - 161 e 163; Atena 90 - 91 e 104 106; Deméter 157 - 158.

Categoria C2

Os cladogramas mostram o parentesco entre os seres vivos.

Ex.: Hermes 139; Perséfone 40, 82 - 84 e 87 - 89.

Categoria C3

Os cladogramas não são definitivos, mostram um conhecimento momentâneo sobre os seres vivos.

Ex.: Hércules: 92 - 95 e 101 - 108

Categoria C4

Os cladogramas podem ser úteis no estudo comparativo dos seres vivos e dão sentido as informações estudadas em zoologia

Ex.: Hércules 318 - 320 e 324 - 326; Deméter 196 e 201 - 202.

5.4. Seleção Natural

5.4.1. Discursos sobre seleção natural

5.4.1.1. Hermes

Linha	Discurso	Interpretação
55 - 63	Entrevistador: O que eu quero saber é o seguinte, a adaptação surge conscientemente por parte do bicho ou não? Hermes: Não. Entrevistador: É uma coisa inconsciente? Hermes: Mais ou menos. Entrevistador: Mais ou menos por que? Hermes: Por que o ambiente seleciona as espécies, não é? Entrevistador: Como? Hermes: As mais resistentes e as mais adaptadas sobrevivem.	<i>O ambiente seleciona as espécies mais resistentes e adaptadas para nele sobreviverem.</i>
84 - 89	Entrevistador: (...) Você falou de seleção natural. O que é seleção natural? Hermes: Bom, ela seleciona os indivíduos que vão viver. Entrevistador: Baseado em que? Hermes: Baseado no mais adaptado, no mais desenvolvido, no que tem melhores condições para sobreviver.	<i>O ambiente seleciona as espécies mais resistentes e adaptadas para nele sobreviverem.</i>
237 - 241	Entrevistador: Mas a separação em si provoca evolução? Hermes: Não, acho que não, a seleção natural também. Entrevistador: O que é a seleção natural nesse contexto? Hermes: Bom, que as adaptadas ao ambiente foram sobrevivendo, foram dando origem a outros seres mais adaptados ainda e assim sucessivamente.	<i>A seleção natural dá origem a indivíduos adaptados.</i>

5.4.1.2. Hércules

Linha	Discurso	Interpretação
21 - 24	Entrevistador: Como essas características surgem? Hércules: Devido à seleção natural. Entrevistador: O que é seleção natural? Hércules: Sobrevivem os melhores, os mais fortes e os mais adaptados.	<i>Na seleção natural sobrevivem as espécies mais fortes e mais adaptadas.</i>
127 - 130	Hércules: Por que todos estão vivos, se tivesse um menos evoluído, ele não estaria aqui. Entrevistador: Por que? Hércules: Por que pela seleção natural ele deveria ter sido extinto.	<i>A seleção natural elimina os indivíduos menos adaptados.</i>

5.4.1.3. Perséfone

Linha	Discurso	Interpretação
24 - 26	<p>Entrevistador: O que é seleção natural?</p> <p>Perséfone: É quando o meio seleciona os indivíduos... não é o que tem mais capacidade... que tem mais chances de sobreviver nele.</p>	<p><i>O meio ambiente seleciona os indivíduos com mais condições de sobrevivência.</i></p>

5.4.2. Espaço de resultados para seleção natural

Categoria D1

O meio seleciona os indivíduos com características favoráveis.

Ex.: Hermes 55- 63 e 84 - 89; Hércules 21 - 24; Perséfone 24 - 26.

Categoria D2

O meio ambiente elimina as espécies com características desfavoráveis.

Ex.: Hércules 127 - 130

Categoria D3

A seleção natural origina indivíduos adaptados.

Ex.: Hermes 237 - 241.

5.5. Ancestralidade Comum

5.5.1. Discursos sobre ancestralidade comum

5.5.1.1. Hermes

Linha	Discurso	Interpretação
106	Hermes: Por que tem que ter um ancestral comum pra ser parente.	<i>A ancestralidade comum revela parentesco.</i>
122 -123	Entrevistador: Por que os mamíferos têm essas características em comum? Hermes: Por que eles tiveram um ancestral comum.	<i>A ancestralidade comum faz com que os seres vivos tenham semelhanças morfológicas.</i>
214 - 222	Entrevistador: Onde é que fica, nesse cladograma, o ancestral de todo mundo? Hermes: No nó que liga o A e o B Entrevistador: Esse ancestral existe ainda? Hermes: Não. Entrevistador: Por que? Hermes: Por que ele não aparece no cladograma, ele foi extinto, ele mudou. Entrevistador: Ele mudou e deu origem ao que? Hermes: Aos outros seres do cladograma.	<i>Quando o ancestral origina outros organismos, ele desaparece.</i>

5.5.1.2. Deméter

Linha	Discurso	Interpretação
138 - 139	Entrevistador: Por que dois bichos têm alguma semelhança entre si? Deméter: Talvez porque eles tenham algum ancestral comum.	<i>Ancestralidade comum pode ser revelada pela semelhança entre os organismos.</i>
230 - 232	Entrevistador: Por que os genes do chimpanzé são parecidos com os nossos? Deméter: Talvez por que eles têm um ancestral comum.	<i>Ancestralidade comum pode ser revelada pela semelhança genética entre os organismos</i>
236 - 242	Entrevistador: Não precisa ter medo. Quem é o ancestral do homem, quem é? Deméter: Eu acho que não tem. Entrevistador: Por que não tem? Deméter: Porque eu acredito que Deus fez e eu acho assim, a ciência tem que explicar, mas não é uma coisa muito provável de falar assim... é tudo uma probabilidade de ser assim, mas não é concreto.	<i>O homem não tem ancestral por que é uma criação de Deus.</i>

5.5.1.3. Atena

Linha	Discurso	Interpretação
71 - 72	Entrevistador: O golfinho é muito parecido com o tubarão, eles são parentes? Atena: Não! É assim, eu tenho que ver a ancestralidade deles, mas isso não dá pra gente saber só olhando, né?	<i>A ancestralidade comum revela parentesco.</i>
86 - 88	Atena: Ah, eu acho que eles usam a ancestralidade. Eu acho que eles estudam, lá, os fósseis, por exemplo, e eles vão classificando de acordo com a ancestralidade dos bichos. A cladística.	<i>Os seres vivos são classificados de acordo com a sua ancestralidade., usando a cladística como ferramenta.</i>

5.5.1.4. Hércules

Linha	Discurso	Interpretação
59 - 66	Hércules: E homologia é quando descende de um ancestral comum, que nem a pata da vaca e a pata do cavalo. Entrevistador: Agora existem bichos que tem características parecidas porque são parentes. Por exemplo, todos os mamíferos têm pelos... Hércules: E glândulas mamárias. Entrevistador: Por que? Hércules: Por que descendem de um mesmo ancestral, um ancestral comum.	<i>A ancestralidade comum pode ser revelada pelas semelhanças entre os seres vivos e mostra o parentesco entre as espécies.</i> <i>Caracteres homólogos são aqueles originados em um ancestral comum de dois seres vivos.</i>
71 - 75	Hércules: É comparando com o grupo externo de cada geração e vai analisando quantos tipos de espécie tem, quantas características diferentes tem entre cada uma. Igual, se eles não se identificarem para, vamos supor, reprodução e porque são espécies diferentes, mesmo sendo parecidos, mas se eles se identificarem para a reprodução, eles são da mesma espécie	<i>Semelhança física nem sempre indica parentesco.</i>
136 - 142	Entrevistador: E o ancestral do homem? Hércules: Quem está no nó, que não dá pra se saber. Entrevistador: O e ancestral do chimpanzé? Hércules: Também é o mesmo ancestral que o do homem. Entrevistador: Também não dá pra saber quem é? Hércules: No cladograma, você olhando para ele não mostra, por que ele está no nó e não fala que espécie tem aqui no nó.	<i>Não é possível determinar o ancestral de duas espécies.</i>
307 - 309	Hércules: É, pode ser que isso (aponta para o nó que junta C e D) seja um tipo de macaco, mas ninguém sabe. Mas não que o homem veio do chimpanzé, ele tem o mesmo ancestral comum que ele.	<i>Não é possível determinar o ancestral de duas espécies.</i>

5.5.2. Espaço de resultados para ancestralidade comum

Categoria E1.

Ancestralidade comum é sinônimo de parentesco.

Ex.: Hermes 106; Atena 71 - 72; Hércules 59 - 66.

Categoria E2

O ancestral de duas espécies não é determinável.

Ex.: 214 - 222.

Categoria E3

Organismos que tem ancestralidade comum possuem semelhanças morfológicas e genéticas.

Ex.: Hermes 122 - 123; Deméter 138 - 139, 230 - 232; Hércules 59 - 66.

Categoria E4

Semelhança morfológica nem sempre indica ancestralidade comum.

Ex.: Hércules 71 - 75.

Categoria E5

A ancestralidade é usada em sistemas de classificação.

Ex.: Atena 86 - 88.

Categoria E6

O homem, por ter sido criado por Deus, não possui ancestralidade comum com qualquer outro animal.

Ex. Deméter 236 - 242.

5.6. Ciência e Religião

5.6.1. Discursos sobre ciência e religião

5.6.1.1 Hermes

Linha	Discurso	Interpretação
551 - 558	Entrevistador: Uma pessoa pode ser religiosa e ao mesmo tempo ser um cientista? Estudar a evolução? Hermes: Pode ser, mas vai complicar muito a vida do cara. Entrevistador: Como? Hermes: Porque ele vai tá sempre jogando a ciência contra Deus e Deus contra a ciência. O cara vai ficar louco. Entrevistador: Mas não dá pra ser um cientista religioso? Hermes: Dá, mas tem que separar bem as coisas.	<i>O conhecimento religioso deve ser separado da prática científica.</i>

5.6.1.2. Deméter

Linha	Discurso	Interpretação
170 - 173	Entrevistador: Você acredita na evolução? Deméter: Acredito, assim, por que eu acho que Deus não criou toda as espécies, todas, todas, todas. Antes eu não acreditava nisso, mas a partir do ponto que eu começo a estudar que eu começo a ver a gente deixa um pouco a fé de lado. E eu acho sim que pode evoluir.	<i>O conhecimento científico permite ver o mundo de uma forma diferente daquela permitida pelo conhecimento religioso e permite novas representações a respeito da natureza.</i>
240- 242	Deméter: Porque eu acredito que Deus fez e eu acho assim, a ciência tem que explicar, mas não é uma coisa muito provável de falar assim... é tudo uma probabilidade de ser assim, mas não é concreto.	<i>Deus criou todas as coisas. O que a ciência faz é criar hipóteses alternativas, mas nunca certas.</i>
418 - 420	Deméter: Não, eu achei legal, porque eu acho assim, é uma coisa necessária mesmo que acredite naquilo, Deus fez isso e isso, mas pra mim viver é necessário que eu saiba a outra parte, o que muitas pessoas acham.	<i>Deus criou todas as coisas, mas o conhecimento científico é necessário para viver na sociedade atual.</i>
445 - 453	Entrevistador: E em que você acredita? Deméter: Deus fez. Entrevistador: Mas e a ciência, como é que fica na sua cabeça? Deméter: Ah, que o homem tem que achar uma explicação para tudo que vê. Por exemplo, se ele não tem fé, se ele não acredita que Deus fez, ele vai tentar achar uma maneira de explicar de onde veio e a partir disso ele vai montando hipótese e hipóteses até achar uma coisa que melhor se encaixa. Se você começa a estudar biologia você quer saber o porque que aconteceu isso e aí você vai atrás daquele porque.	<i>O homem busca conhecimento sobre o mundo e quando não aceita a explicação religiosa, busca a ciência. Entende a ciência como falta de fé.</i>

5.6.1.3. Atena

Linha	Discurso	Interpretação
254 - 266	<p>Atena: Ajudou! Porque eu tinha um pensamento totalmente diferente. Pra mim Deus criou a galinha, a baleia, a vaca, o cavalo, entendeu? Tudo que tem hoje, do jeito que tá. Más eu vejo que não, que pode ter sido mesmo... que esses cientistas que provaram, mas tudo não é certo, pode mudar, mas eu acreditei nisso daí, eu acredito, eu acho que tem lógica. Que Deus pode ter criado sim, por que eu acho que Deus criou, mas pode ter evoluído. A galinha pode não ter sido uma galinha do jeito que ela é hoje. Pode ter ocorrido várias mudanças nela. A baleia pode sim ter ancestral comum com as ovelhas. Através dessas provas que deram aí eu acreditei e mudou muito, mudou muito! Mudou muito mesmo. Eu assim, nossa, que nem, a dúvida da galinha e do ovo, quem nasceu primeiro foi o ovo, pois pode ter sido descendente de um réptil. Eu acredito nisso, eu aceitei isso, entendeu? Mudou muito mesmo o que eu pensava.</p>	<p><i>O conhecimento científico permite ver o mundo de uma forma diferente daquela permitida pelo conhecimento religioso e permite novas representações a respeito da natureza.</i></p>
268 - 272	<p>Atena: Então, mudou assim, não que eu não acredite na bíblia, eu acredito, mas a gente tem que começar... não tem que ler tudo ao pé da letra o que está escrito ali, tem que ter uma interpretação. E eu tinha uma interpretação, mas não de uma forma tão certa, assim. Mas nem sei se essa é exatamente a certa, mas é a que eu mais aceitei.</p>	<p><i>O confronto do pensamento religioso da aluna com o científico, gera mudança em suas visões de mundo.</i></p>

5.6.1.4. Hércules

Linha	Discurso	Interpretação
293 - 295	<p>Hércules: Moralmente. Por que se você for conciliar religião com ciência você vai ficar louco, por que moralmente vai ser muita discriminação. Hoje já existe, imagine mais pra frente.</p>	<p><i>O conhecimento religioso deve ser separado da prática científica.</i></p>

5.6.2. Espaço de resultados para ciência e religião

Categoria F1

O conhecimento religioso deve ser separado da prática científica.

Ex.: Hermes 551 - 558; Hércules 293 - 295

Categoria F2

O conhecimento científico permite uma visão de mundo diferente daquela proporcionada pelo conhecimento religioso.

Ex.: Atena 254 - 266 e 268 - 272; Deméter 170 - 173, 418 - 420.

Categoria F3

Todas as coisas foram criadas por Deus, mas a ciência busca explicações alternativas.

Deméter 240 - 242 e 445 - 453.

5.7 Evolução Humana

5.7.1. Discursos sobre evolução humana

5.7.1.1. Hermes

<i>Linha</i>	<i>Discurso</i>	<i>Interpretação</i>
329 - 331	Entrevistador: Quando você olha um cladograma, quem é o grupo irmão do homem? Hermes: O chimpanzé.	<i>Reconhece o chimpanzé como um grupo irmão do homem.</i>
367 - 372	Hermes: A menos que ocorra uma catástrofe porque o homem é o ser mais evoluído da Terra. Entrevistador: Você acha? Hermes: Eu acho. Mais desenvolvido. Entrevistador: Mais desenvolvido em que sentido? Hermes: Sentido tecnológico. Cultiva os próprios alimentos.	<i>O homem é o ser mas desenvolvido em termos de tecnologia e isso pode garantir sua sobrevivência frente às adversidades.</i>
401 -406	Entrevistador: O homem ainda evolui? Hermes: Não. Entrevistador: Por que não? Hermes: Por causa da cultura. Por exemplo, se a gente não tivesse cultura, assim, a gente poderia abandonar um filho deficiente por que ele não ia poder fazer nada, né?	<i>A cultura produzida pela humanidade é uma barreira à evolução biológica.</i>

5.7.1.2. Deméter

<i>Linha</i>	<i>Discurso</i>	<i>Interpretação</i>
224 - 232	Entrevistador: Quem é o grupo irmão do homem? Deméter: O chimpanzé. Entrevistador: O que significa dizer que o chimpanzé é o grupo irmão do homem? Deméter: Que eles têm a maioria dos genes deles são aparecidos com os nossos. Entrevistador: Por que os genes do chimpanzé são parecidos com os nossos? Deméter: Talvez por que eles têm um ancestral comum.	<i>Reconhece o chimpanzé como um grupo irmão do homem por causa da semelhança genética.</i>
243 - 247	Entrevistador: Mas os dados que a ciência tem que mostram que existe muito em comum? Os fósseis, como os da Luzia, o homem de Neanderthal, o Australopithecus... Deméter: Ah, eu creio que eles viveram aqui e porque não Deus ter criado eles?	<i>Os hominídeos que conhecemos através de fósseis foram criados por Deus. Em vista disso não são, necessariamente relacionados com o homem moderno.</i>
277 - 279	Entrevistador: O que é um ser humano? Deméter: É ser racional! Por que os animais são classificados, o ser humano... O que é um ser humano? Eu acho que é racional.	<i>O ser humano se diferencia de outros seres vivos por ser racional.</i>
260 - 263	Entrevistador: O que é ser humano para você? Quando um ser vivo é considerado humano? Deméter: Ah, eu creio que o macaco não é porque eu acho assim, tem	<i>O ser humano se diferencia de outros seres vivos por ser racional.</i>

	gente que fala que ele é racional, mas ele não é racional.	
344 -347	Entrevistador: O homem ainda evolui, no sentido biológico? Deméter: Ah, eu acho que hoje não, assim, a ciência pode evoluir e trazer alguma coisa para o homem que ele não tenha, mas eu acho que o tempo que tinha que evoluir, já evoluiu.	<i>O homem não evolui mais no sentido biológico, mas no sentido científico e tecnológico.</i>

5.7.1.3. Atena

Linha	Discurso	Interpretação
134 - 138	Entrevistador: Qual o grupo irmão do homem? Atena: É o chimpanzé... Não, irmão não, pode ter uma ancestralidade comum com o chimpanzés, é isso? Não que veio, mas pode ter um grau de parentesco. Entrevistador: É. Quem é o grupo irmão do homem? Atena: Os chimpanzés.	<i>O chimpanzé tem um ancestral comum com o homem, por isso é seu grupo irmão.</i>
176 - 178	Entrevistador: E o homem, ele ainda evolui? Atena: Eu acho que evolui, assim, mas pouco. Eu acho que pode evoluir, mas não tanto assim como os animais, como os outros animais.	<i>O homem evolui de forma mais lenta que os outros animais.</i>

5.7.1.4. Hércules

Linha	Discurso	Interpretação
134 - 139	Entrevistador: Quem é o grupo irmão do homem? Hércules: O chimpanzé.	<i>Reconhece o chimpanzé como grupo irmão do homem.</i>
188 - 191	Entrevistador: Mas a gente esta evoluindo ainda? Hércules: Por enquanto está tudo estável, não dá pra ver assim se esta pessoa está evoluindo, se essas espécies está evoluindo, porque são coisas que demoram muito tempo pra acontecer a evolução.	<i>A estabilidade do meio impede a evolução do homem.</i>
302 -305	Hércules: Não, tipo assim, quando falava que o homem era parente do macaco eu ia imaginar que o macaco resolveu andar em pé e raspou os pelos. Agora você vai falar que o homem não é irmão do macaco, mas tem um mesmo ancestral comum.	<i>O macaco não se transformou em homem, mas as duas espécies possuem uma origem comum.</i>

5.7.1.5. Perséfone

Linha	Discurso	Interpretação
118 - 119	Entrevistador: Quem é o grupo irmão do homem? Perséfone: O chimpanzé, não é?	<i>Reconhece o chimpanzé como o grupo irmão do homem.</i>
164 - 169	Entrevistador: O homem ainda evolui? Perséfone: Não, acho que não evolui mais não. Entrevistador: Por que? Perséfone: Porque ele já está adaptado a esse meio, assim, ultimamente ele tem tudo na mão, pra que ele vai precisar evoluir, ele só evolui se for pra conseguir alguma coisa para o próprio bem dele.	<i>As produções humanas (cultura) limitam a evolução do homem. Entende a evolução como necessidade.</i>
172 - 175	Entrevistador: Isso seria evolução tecnológica, social? De que evolução você está falando? Perséfone: Seria tecnológica porque ele estaria evoluindo... estaria usando a tecnologia para evoluir. Ah, eu não sei explicar isso não.	<i>O homem não evolui biologicamente, mas tecnologicamente.</i>
176 - 183	Entrevistador: Mas biologicamente o homem evolui... Perséfone: Não! Entrevistador: Ele sofre as influências do meio ambiente, da seleção natural... Perséfone: Não! Entrevistador: Por que não? Perséfone: Eu lembro que tem a ver com aquele negócio... eu até lembro dos tipos de pele... da cultura, não é?	<i>A cultura humana limita a evolução biológica.</i>

5.7.2. Espaço de resultados para evolução humana

Categoria G1

O chimpanzé é grupo irmão do homem.

Ex.: Hermes 239 - 331; Atena 134 - 138; Deméter 224 - 232; Hércules 134 - 139 e 302 - 305; Perséfone 118 - 119.

Categoria G2

A cultura humana limita sua evolução biológica.

Ex.: Hermes 401 - 406; Perséfone 164 - 169 e 176 - 183

Categoria G3

O ser humano se diferencia de outros seres vivos por ser racional.

Ex.: Deméter 260 - 253 e 277 - 279.

Categoria G4

O homem não evolui biologicamente, mas evolui tecnologicamente.

Ex.: Deméter 344 - 347; Perséfone 172 - 175.

Categoria G5

A estabilidade do meio ambiente impede a evolução humana.

Ex.: Héracles 188 - 191.

Categoria G6

Os fósseis foram hominídeos criados por Deus, mas não são relacionados com o homem moderno.

Ex.: Deméter 243 - 247.

Categoria G7

O homem evolui de forma mais lenta que outros animais.

Ex.: Atena 176 - 178.

Categoria G8

A tecnologia desenvolvida pelo homem pode salvá-lo das adversidades.

Ex.: Hermes 367 - 372.

5.8. Questões Éticas

5.8.1. Discursos sobre questões éticas

5.8.1.1. Hermes

Linha	Discurso	Interpretação
466 - 471	Entrevistador: E se o homem pudesse fazer o que ele faz com os outros animais com o próprio ser humano, como no filme GATTACA? Hermes: De certa forma é bom. Entrevistador: Por quê? Hermes: Porque você elimina todas as características ruins, todos os defeitos que o ser humano tem.	<i>A manipulação genética em seres humanos é boa quando se trata de eliminar defeitos genéticos.</i>
472 - 480	Entrevistador: Que tipo de defeito? Defeito moral ou defeito físico? Hermes: Não, acho que defeito moral não tem nada a ver com DNA não. Entrevistador: O defeito moral seria relacionado com o que? Hermes: Com a sua criação. Como você foi criado. Entrevistador: Então você acha, por exemplo, que o fato de uma pessoa ser criminosa, ser violenta... Hermes: Não tem nada a ver com gene, não. Entrevistador: Depende do meio em que ela vive? Hermes: Eu acho que sim.	<i>Os genes não determinam as características morais das pessoas, mas o meio no qual as pessoas vivem, sim.</i>
481 - 486	Entrevistador: E se você pudesse escolher as características do seu filho como cor do olho, pele e altura? Hermes: Isso é errado. Entrevistador: Por que? Hermes: Bom, porque isso aí eu acho que você não deve mexer. Você deve mexer só no... se eu tenho problema cardíaco, uma série de coisas assim.	<i>A manipulação genética deve ser usada para eliminar problemas de saúde das pessoas.</i>

5.8.1.2. Deméter

Linha	Discurso	Interpretação
374 - 382	Entrevistador: Se fosse como no caso do filme GATTACA, onde as características das pessoas podiam ser selecionadas? Deméter: Eu acho que não seria bom. Entrevistador: Por que? Deméter: Porque cada pessoa ela, normalmente, pela natureza, ela já nasce com o dom para alguma coisa, eu acho assim, se fosse pra escolher as pessoas pelo jeito, assim, de viver não poderia causar nada. É bom, tipo assim, por causa de um crime, é fácil a identificação, mas o modo de viver, não compensa.	<i>O conhecimento do genoma é importante na solução de crimes, mas não deve ser usado para alterar as características naturais das pessoas.</i>
383 - 390	Entrevistador: E se você pudesse de	<i>A religião afeta a tomada de decisões em relação à</i>

	<p>detectar no seu filho os genes causadores de doenças e tirá-los, você faria isso? Deméter: Não. Entrevistador: Por que? Deméter: Por que eu prefiro deixar normalmente o modo que ele tenha que nascer. Entrevistador: Isso tem a ver com o seu pensamento religioso? Deméter: Um pouco... mas... é.</p>	<i>manipulação genética em seres humanos.</i>
--	--	---

5.8.1.3. Atena

Linha	Discurso	Interpretação
205 -216	<p>Entrevistador: Como você vê o homem mexendo em outros seres vivos? Atena: Olha, quando, assim, antes de fazer esse curso mesmo eu pensava totalmente diferente. Eu achava assim que não devia, e achava mesmo que tudo era criado por Deus, entendeu? Eu, assim, claro, já tinha ouvido falar desse negócio de evolução, mas nunca tinha estudado sobre isso. Eu achava que Deus tinha criado cada coisa. Hoje eu vejo que não. Não que eu desacredite que ele criou cada coisa. Ele criou, mas as coisas se evoluíram, mas assim, que nem, esse negócio dos alimentos transgênicos, é uma seleção artificial, não é? Pode ser ruim ou pode ser boa, né. Pelo que eu li, ainda não se sabe se causa doença, então até que se prove o contrário, eu, assim, aceito, entendeu? Eu acho que não é o mais certo... Tinha que ser natural mesmo.</p>	<i>Mostra dúvidas a respeito da manipulação genética de seres vivos, mas acha que as coisas deveriam ser mantidas como elas são naturalmente.</i>
229– 234	<p>Entrevistador: E se alguém pudesse tirar todos os genes para doença que houvesse no seu filho? Atena: Eu sou contra ainda. Eu sou muito assim, esse negócio de ser humano eu sou bem contra porque eu acho que ninguém tem o direito de mexer lá, assim, nos genes de um ser humano, mudar a vida dele. Por eu acreditar muito em Deus, eu acho que é por causa disso mesmo, entendeu?</p>	<i>Motivos religiosos impedem a aceitação da manipulação genética em humanos.</i>
235 - 238	<p>Entrevistador: Mas por que pode mexer no pé de milho, mas não pode mexer no ser humano? Atena: Porque o ser humano é o ser humano e o pé de milho é o pé de milho!</p>	<i>Separa o ser humano de outros seres vivos.</i>

5.8.1.4. Hércules

Linha	Discurso	Interpretação
224 -251	<p>Entrevistador: E se isso fosse feito com o ser humano? Melhoramento genético de ser humano? Hércules: Aí ia ficar muito ruim. Quem nem faz no filme, a pessoa vai na frente do computador: eu quero meu filho de</p>	<i>O uso de técnicas de melhoramento genético em seres humanos pode gerar discriminação, pois nem todos teriam acesso à técnica.</i>

	<p>olho azul, alto, tem que ter dom para atletismo, futebol, isso daí ia ficar uma coisa muito ridícula. Entrevistador: Mas por que é ridícula? Héracles: Ah, por que é uma coisa que... a ciência vai ser boa pra isso, mas vai ter discriminação genética. Um que não nascer no laboratório vai se discriminado porque ele pode ter doença ele pode ter um monte de coisas e um que for feito no laboratório ele vai ser isento de algumas doenças. Entrevistador: Você acha isso uma coisa ruim? Héracles: É ruim porque vai ter a discriminação. Como tem a discriminação racial hoje em dia, vai ter a discriminação genética. Entrevistador: Se você pudesse ter seu filho e tirar todas as doenças? Héracles: Não isso daí vai ser tipo uma coisa assim... pra gente que vai ter essa escolha vai ser uma coisa boa, mas depois quando vai fazer um trabalho, assim, aquele que não teve alcance, poder, dinheiro pra poder pagar um laboratório pra escolher o filho dele, tal, ele vai ser discriminado porque já que o filho dele não nasceu em laboratório ele vai ter várias doenças, então a empresa não vai investir dinheiro numa pessoa que não tem muito tempo de garantia. Entrevistador: Você acha que mexer com o ser humano... Héracles: Só dá prejuízo, só dá mais discriminação ainda. Entrevistador: Do ponto de vista social, ético... Héracles: É por causa que aí cada vez mais vai ter discriminação, hoje por causa da discriminação racial, por causa do negro. Mas pra frente pode ser genética aí o cara pra pegar um emprego vai ter que fazer 1500 exames ou então provar um atestado que ele é feito em laboratório, que nem no filme.</p>	
288 - 290	<p>Héracles: Pelos transgênicos eu não sou muito contra não pois só vai melhorar, vai diminuir os gastos na lavoura. Agora quanto a mudança do homem, aí já vai interferir muito por que vai ter muita discriminação.</p>	<p><i>Os alimentos transgênicos podem trazer benefícios econômicos, mas manipulação genética em humanos causará discriminação.</i></p>

5.8.1.5. Perséfone

Linha	Discurso	Interpretação
222 - 230	<p>Entrevistador: Mas você faria? O que você acha de pegar os melhores genes de uma pessoa...Perséfone: Não, eu acho que é assim, eu lembro que na outra entrevista eu até falei, pro seu filho não ter alguma doença grave, não morrer cedo, por alguma doença, acho que eu até faria. Agora essas coisas como cor do olho, assim, eu não sei porque. Aí eu queria ter o olho verde... “Aí eu quero uma menina de cabelos loiros e dos olhos verdes”, pensa bem você vai querer, assim,</p>	<p><i>A manipulação genética em seres humanos deve ser feita para fins de tratamento de saúde, não para modificações estéticas ou intelectuais.</i></p>

	querer, você vai porque... eu não sei se faria isso, mas pra não ter uma doença muito grave, alguma coisa assim eu faria.	
--	---	--

5.8.2. Espaço de resultados para questões éticas

Categoria H1

A manipulação de genes deve trazer benefícios para o ser humano, como o tratamento e cura de doenças ou produção de alimentos, mas não deve ser usada para fins estéticos e intelectuais.

Ex.: Hermes 466 - 471 e 481 - 486; Hércules 288 - 290; Perséfone 222 -230.

Categoria H2

Motivos religiosos afetam a aceitação da manipulação genética em seres humanos.

Ex.: Atena 229 - 234; Deméter 383 - 390.

Categoria H3

As características morais não são determinadas geneticamente, mas pelo meio.

Ex.: Hermes 472 - 480.

Categoria H4

Existe uma separação entre o homem e os outros animais.

Ex.: Atena 235 - 238

Categoria H5

A evolução é parcialmente aceita como obra de Deus, mas o homem não deveria intervir em seu curso através de manipulações genéticas.

Ex.: Atena 205 - 216.

6. Discussão sobre categorias obtidas

6.1. Sobre o método.

Muitas vezes uma pesquisa inicia-se com uma questão e objetivos e métodos, mas a complexidade do fenômeno humano não pode ser enclausurada em objetivos e métodos fixos de pesquisa. Como diz Edgard Morin:

“O método é obra de um ser inteligente que ensaia estratégias para responder às incertezas. Nesse sentido, reduzir o método a programa é acreditar que existe uma forma a priori para eliminar a incerteza. Método é, portanto, aquilo que serve para aprender e, ao mesmo tempo, é aprendizagem. É aquilo que nos permite conhecer o conhecimento. Por todas essas razões é que Gaston Bachelard afirmava que todo discurso do método é um discurso das circunstâncias. Não existe um método fora das condições em que se encontra o sujeito”. Morin, 2003, p 29.

Tomando essa afirmação como referência, e sem querer cair no relativismo, é possível afirmar que as condições em que se realiza a pesquisa em ciências humanas e seus desdobramentos podem determinar o método tomado aqui como estratégia de ação e não como um programa rígido e imutável o que seria, a meu ver, uma forma de engessar a pesquisa a algum esquema pré-determinado.

Isso não significa que não devam existir método, objetivos e planejamento prévios, mas que esses elementos devam ser maleáveis tanto quanto possível para acomodar o fenômeno humano, ou seja, não tenha um sentido determinista como na filosofia cartesiana, mas que tenha a certeza de que a realidade muda e se transforma. Assim, uma idéia de método como programa é insuficiente, pois os programas pouco servem frente a situações mutáveis e incertas.

Em vista disso, assumi, como aconselha Morin (2003), o método como caminho e não como programa. Isso pela experiência que tive nesse trabalho onde a pesquisa parecia tomar outros rumos e onde novas questões surgiam.

6.2. As categorias

Nesse trabalho, durante a análise das entrevistas, ficou nítida a presença de dois tipos de discurso. Um deles, referente a uma perspectiva internalista da ciência e do curso

dado, tratava de conceitos científicos de acordo com a visão dos alunos. O outro discurso tratava de questões mais amplas e ligava o conhecimento científico com outros tipos de conhecimento e questões que iam além da própria ciência. Chamei isso de uma perspectiva externalista da ciência.

Assim seria possível distinguir dois momentos nesta pesquisa. No primeiro deles, os alunos participantes falam sobre conceitos científicos tentando defini-los. No segundo momento, os conceitos científicos são usados para interpretar e avaliar a realidade. Como será visto mais adiante, nem sempre o conhecimento científico prevalece como critério de validação para temas polêmicos.

Muitas das pesquisas abordadas na seção 2.4.1. tratam dos conhecimentos científicos a partir de uma perspectiva internalista, ou seja, buscam evidenciar como os conceitos científicos são interpretados pelas pessoas. Neste trabalho, além de tentar entender como os estudantes interpretam os conceitos científicos, tentou-se entender como alguns desses conceitos eram aplicados em suas vidas.

6.3. Olhando Internamente...

Como mostrado na seção 2.4.1., os conceitos que envolvem o conhecimento evolutivo parecem ser pouco apreendidos pelos estudantes mesmo passando por diferentes estratégias de ensino. Mesmo quando mostram entender os conceitos relativos a esse assunto, os estudantes parecem preferir outras explicações, que não a evolução, enquanto outros, mesmo sem dominar os conceitos relativos à evolução, a aceitam como dogma.

O conceito de adaptação é apontado como um dos mais difíceis de ser aprendido pelos estudantes. Por outro lado, é um conceito essencial, juntamente com a noção de alterações ambientais, para o entendimento dos mecanismos evolutivos. Como aponta De La Gandara (2002), o tópico é controverso mesmo entre pesquisadores e assim não seria espantoso encontrar definições insatisfatórias entre os estudantes como explicações teleológicas e intencionais para os caracteres adaptativos.

Mesmo livros de diferentes áreas das ciências biológicas trazem diferentes tipos de definição para a adaptação, levando em conta o contexto em que o assunto é analisado.

Assim, por exemplo, um estudante pode falar de adaptações num sentido estritamente fisiológico e anatômico sem sequer citar a evolução pelo simples fato de que a definição dá conta de um problema que lhe foi posto. Héracles diz que a adaptação é

"a maior quantidade de fatores que proporcionam a vida dele, como no mar o peixe que tiver a nadadeira que nada mais rápido vai sobreviver melhor dos predadores, na terra o que tiver a perna que corre mais vai sobreviver dos predadores e assim vai" Héracles 26 – 29.

A adaptação *a posteriori* e consciente também apareceu nos discursos dos alunos. Em alguns discursos, os seres vivos avaliam as condições ambientais de forma a poderem se adaptar:

A partir do momento que a população dele começa a cair, do verde, sendo que ele fica no tronco, aí ele vai pra folha e vê que a população dele começa a crescer na folha, se desenvolver melhor na folha e permanece por lá. Hermes 46 – 49.

Mesmo quando não há consciência do organismo em relação as suas condições, a adaptação aparece após as alterações ambientais.

Bom, eles não começaram a nadar de uma vez. Com o tempo eles foram... eles tiveram a necessidade de mudar porque eles na terra, por exemplo, eles não estavam se dando bem e foram aos poucos entrando nos mares, nos rios. Hermes 93 – 96.

Consciente ou não, em um primeiro momento a adaptação é um processo que ajusta o organismo ao meio ambiente. Aqueles que não forem capazes de se ajustar não sobreviverão, a evolução seria, assim, um processo de eliminação do menos adaptado (BIZZO, 1994). Mas quando questionados com contra-exemplos alguns estudantes são capazes de reconstruir sua definição. Dessa forma os estudantes utilizam respostas que são mais familiares, mas são capazes de reelaborá-la se essa se mostrar insatisfatória. O primeiro uso do termo adaptação é um uso do senso comum, mas que poderia ser complementado por uma visão mais "sofisticada" do fenômeno. Assim o importante é saber distinguir os contextos em que diferentes conceitos podem ser utilizados (MORTIMER, 2000)..

Por outro lado, um aspecto importante dos discursos dos estudantes é o reconhecimento e a importância dada ao meio ambiente como agente responsável pela adaptação. Em quaisquer discursos, sempre as adaptações dos organismos estavam intimamente ligadas às condições ambientais em que esses seres vivos se encontram,

independentemente do momento em que surgiram e os mecanismos que levaram a mudança. Essa importância dada ao meio ambiente é importante no sentido de mostrar que todos os seres vivos dependem dele, inclusive o ser humano e que, da mesma forma que alguns organismos não possuem condições de sobrevivência frente às alterações ambientais, o ser humano também está sujeito a isso.

Um discurso mais próximo do que é aceito, ou seja, que o meio ambiente seleciona as características favoráveis e que essas características se tornam adaptativas nesse momento também apareceu. Na verdade, um mesmo estudante foi capaz de apresentar diferentes tipos de discurso. Essa variação se deve muito mais ao contexto em que a questão foi formulada do que necessariamente a um desconhecimento do conceito no seu sentido aceito pela ciência. Quando alguns alunos eram questionados a respeito das definições que apresentavam, eram capazes de reconstruí-las e, muitas vezes, alcançar uma explicação satisfatória para um problema.

Algumas pesquisas apontadas na seção 2.4.1., como as de Clough e colaboradores (1987) e Bishop & Anderson (1990), mostram que os estudantes vêem a adaptação como algo que depende da consciência do ser vivo, que surge como uma resposta às alterações do meio ambiente para ajustá-los às novas condições. Essas pesquisas diferem da pesquisa fenomenográfica por não permitirem a reflexão dos estudantes sobre aquilo que estão falando e nem plantam problemas para poder estimular a reconstrução de um conceito. É nesse sentido que a fenomenografia assume um “caráter pedagógico” do qual fala Marton (1981).

Quer seja de forma consciente ou não, quer seja a priori ou a posteriori, os participantes do curso reconheceram que determinados caracteres poderiam ser adaptativos, ou seja, favoreceriam à sobrevivência dos seres que os possuísem. Mas como esses caracteres surgiam foi uma outra questão formulada aos estudantes. Como diferentes formas de vida, com diferentes caracteres poderiam ter surgido?

Uma das respostas dadas mais comuns foi que a diversidade surge através de mutações. Isso não implica necessariamente um mecanismo evolutivo, mas que os seres vivos podem sofrer mudanças em seu corpo ou comportamento. Em alguns casos, ficou patente que a mutação ocorre no DNA dos organismos e que essa alteração do código genético poderia afetar os caracteres.

Mas parece ser aceitável que as espécies atuais sofram mutações e originem uma diversidade de formas. Mas não é aceitável que esse tipo de mecanismo tenha dado origem a todo o tipo de vida na terra:

"Na minha opinião, Deus criou primeiramente e depois, através do que já existia, foi surgindo o que hoje existe". Deméter 4 –5.

"Que Deus pode ter criado sim, por que eu acho que Deus criou, mas pode ter evoluído". Atena 254 - 266

Assim, Deus teria criado as primeiras espécies de organismos que teriam passado por mecanismos evolutivos não explícitos e dado origem à diversidade atual. Esse tipo de raciocínio vai ao encontro do pensamento de alguns cientistas. Por exemplo:

"Não há evidências da ação direta de forças transcendentais (teleologia) nos vários passos da evolução, mas pode-se aceitar que a matéria tenha sido criada com um impulso evolutivo por Deus, há talvez 20 bilhões de anos". (FREIRE-MAIA, 1988, p 66)

"Querer reduzir toda a evolução (não apenas os seus níveis mais baixos, mas toda ela) à operação da mutação, da recombinação, da seleção, do fluxo gênico e de outros fatores semelhantes, significa pretender que mecanismos elementares capazes de mudar frequências de genes e de genótipos possam ser igualmente capazes de produzir a fabulosa variedade viva que existe e que é fruto de invenção e de criação". (FREIRE-MAIA, 1988, p 396 – destaque meu).

Uma explicação semelhante é a de que as primeiras espécies foram criadas por Deus e deram origem à novas espécies por mecanismos de hibridação. A origem de novas espécies (essências) por hibridação chegou a ser aceito por Lineu e outros hibridadores (MAYR, 1998).

"Por exemplo, animais de diferentes espécies talvez, poderia ter ocorrido deles terem se cruzado e ter nascido uma outra espécie. Ter se transformado, alguma coisa assim". Deméter 9 – 16.

Um pouco antes, nesse mesmo discurso, Deméter define o que é mutação para ela, a transformação de duas espécies em uma terceira, por hibridação.

Em relação ao mecanismo pelo qual os caracteres favoráveis são fixados nas populações, a seleção natural, ficou claro o reconhecimento da influência do meio ambiente. Da mesma forma, os alunos aparentaram entender que alterações no meio ambiente podem causar o desaparecimento de espécies de seres vivos. Mas os indivíduos que sobrevivem são

os "melhores", os mais "fortes" e os mais "adaptados". Em princípio, alguns desses termos denotaram uma visão errada da seleção natural, mas parece que os termos, usados de forma irrefletida, parecem abranger uma ampla definição. Por exemplo, "melhor" e "forte" nesse contexto, pode significar mais adaptado. A escolha dos termos empregados pelos alunos podem ter um sentido correto, apesar de não serem aceitos na ciência e não serem usados por professores sob a pena de reforçarem concepções erradas, como mostrado na seção 2.4.1. Assim, o uso do termo "forte" pelo aluno para explicar a seleção natural pode representar um símbolo escolhido para dizer mais adaptado, mas o uso do mesmo termo pela mídia e pelos professores pode não ser interpretado corretamente por todas as pessoas. Na pesquisa realizada por Bizzo (1994) um professor comenta que o pesquisador toma os discursos dos estudantes de forma muito literal e que não havia, segundo ele incompatibilidade entre o que os alunos diziam e o discurso científico. Para Bizzo (1994), isso estaria relacionado ao sistema compartilhado de significados, que permitiria a comunicação entre os participantes de um grupo. Por outro lado, esse mesmo sistema compartilhado de significados pode sofrer sérias limitações no sentido de que os estudantes poderiam não identificar ou expressar conceitos fora de um contexto específico. Ou seja, os códigos usados no discurso dos estudantes deveriam, apesar das dificuldades, ser universais. Ainda em relação aos diferentes usos dos conceitos em evolução, o pesquisador supõe que isso se deva á sucessivas reinterpretções, com influências socioculturais e crenças, que o trabalho de Darwin sofreu durante os anos.

Os alunos descrevem a seleção natural sob duas óticas: a eliminação dos menos adaptados e a conservação dos mais adaptados. Segundo Marton (1981), a primeira visão de seleção natural vê a variação como um desvio do ideal de "hoje" enquanto a segunda visão vê a variação como um ideal de "amanhã" e as duas concepções são encontradas na sociedade. O primeiro tipo de pensamento (ideal de hoje) aplicado à humanidade gerou o chamado darwinismo social em que a "luta de homens contra homens" seria o mecanismo pelo qual a sociedade chegaria à perfeição. Vale destacar que essas idéias tiveram origem em Herbert Spencer, quem cunhou a expressão "sobrevivência dos mais aptos" (MAYR, 1998).

Segundo Amorim (1997), uma das maiores contribuições de Darwin foi a noção de ancestral comum. Com essa noção, Darwin aproximou todos os seres vivos e causou um furor nas pessoas de sua época.

Alguns alunos entenderam a ancestralidade comum como sendo sinônimo de parentesco. Isso poderia ser fator que favorecesse a aceitação da relação dos seres humanos com outros seres vivos, mas será visto mais adiante que, muitas vezes, esse pensamento não se aplica ao homem, pois este seria uma criação de Deus:

"Porque eu acredito que Deus fez e eu acho assim, a ciência tem que explicar, mas não é uma coisa muito provável de falar assim... é tudo uma probabilidade de ser assim, mas não é concreto". (Deméter 236 – 242).

Dessa forma, o homem é colocado em uma posição especial o que é coerente com as visões de mundo da aluna, já que ela demonstrou, durante todo o curso em e sua entrevista, sua crença religiosa como guia para sua vida.

Também importante é a noção de que o ancestral de duas espécies não pode ser determinado, pois esse ancestral teria sido extinto. Por outro lado, é possível determinar o parentesco das espécies existente através do uso de caracteres morfológicos, genéticos ou comportamentais:

"É comparando com o grupo externo de cada geração e vai analisando quantos tipos de espécie tem, quantas características diferentes tem entre cada uma. Igual, se eles não se identificarem para, vamos supor, reprodução é porque são espécies diferentes, mesmo sendo parecidos, mas se eles se identificarem para a reprodução, eles são da mesma espécie".(Hermes 71 – 75).

Apesar disso, para alguns, ficou claro que nem sempre a mera semelhança morfológica pode ser indicativa de parentesco. Isso porque algumas semelhanças poderiam ser devidas à convergência adaptativa e não a uma ancestralidade comum.

Outro ponto importante é o reconhecimento da importância da ancestralidade comum para a construção de sistemas de classificação, como a sistemática filogenética ou cladística.

Para os estudantes, os cladogramas obtidos pela cladística revelariam o parentesco entre os seres vivos e, portanto, seriam árvores genealógicas:

"Mostra a árvore genealógica dos bichos, quais são mais parentes de quais, que nem o C e o D são mais parentes porque descendem do mesmo ancestral. É parentesco entre os bichos, é a árvore genealógica deles". (Perséfone 87 -89).

Mas o parentesco mostrado no cladograma possui uma história evolutiva: é fruto de um processo que ocorreu durante muito tempo. Portanto, um cladograma mostra a história evolutiva dos seres vivos:

"É tipo uma árvore genealógica que mostra... os que estão no topo são os mais adaptados, mostra a adaptação, como eles chegaram até lá. E o grau de parentesco, talvez". (Atena 104 – 106).

Um detalhe importante destacado por Héracles foi o fato de os cladogramas não serem definitivos. Podem mudar a qualquer momento devido ao reconhecimento de novas espécies e aprimoramento de técnicas de análise e coleta de dados bem como pelo fato de as espécies atuais representarem apenas uma fração do que já existiu. Assim, o cladograma de hoje representa as espécies conhecidas atualmente.

Um ponto positivo em relação à utilização dos cladogramas é que eles auxiliam o estudo comparativo da diversidade. Assim, ao invés de analisar grupos estanques como é freqüentemente feito, os cladogramas permitem a análise do conjunto e, conseqüentemente, das relações de parentesco. Alguns alunos tiveram dificuldades na análise dos caracteres para a construção dos cladogramas, mas não tiveram tanta dificuldade para entendê-los. Talvez a construção de cladogramas, apesar de ser importante entender como a ciência é produzida, não seja o mais importante afinal de contas.

Por outro lado, os estudantes que passaram pelo primeiro mini-curso tiveram certa facilidade para a construção dos cladogramas. Apesar desses dados não serem aqui analisados, comento esse fato porque, apesar desse aparente bom desempenho na análise de caracteres e construção de cladogramas, os estudantes não relacionavam a técnica com a teoria que os originou. Assim eram incapazes, em sua maioria, de resgatar conceitos relativos à evolução, origem comum, e adaptação.

6.3. Olhando externamente

Nesta seção, procurei analisar como os estudantes relacionavam o conhecimento científico com aspectos sociais, éticos e religiosos. Já que o curso teve uma abordagem

contextual, no sentido que explorava as dimensões sócio-culturais da ciência, seria interessante também explorá-la nas entrevistas.

O debate ciência e religião também apareceu no curso quando os participantes defendiam suas posições e questionavam as dos colegas. Deméter e Atena, por participarem ativamente das atividades da igreja católica, tentavam sempre se posicionar em relação favorável aos ensinamentos religiosos. Hermes, por outro lado, sempre se mostrou cético em relação a qualquer tipo de religião e fé, chegando mesmo a afirmar que só "acreditava no que podia ver", mesmo que isso tenha sido dito em um contexto onde demonstrou dúvidas em relação às questões da fé (veja Hermes 537 – 562). Seus ataques às alunas religiosas mais pareciam uma forma de afirmar o poder e o status da ciência, da qual ele era um "participante", do que uma descrença real nas questões religiosas.

Os outros participantes não tomaram qualquer tipo de posicionamento durante o curso.

Em relação às entrevistas, Hermes e Heráclito acreditam que ciência e religião são incompatíveis. Em relação a isso, às vezes, Hermes diz que um cientista religioso pode ficar "louco", pois o conhecimento científico pode contestar a religião e vice-versa:

"Porque ele vai tá sempre jogando a ciência contra Deus e Deus contra a ciência. O cara vai ficar louco". (Hermes, 551 – 558).

Mas logo, em seguida, que dá para ser um cientista religioso, desde que saiba *"separar bem as coisas"*.

Segundo Mahner e Bunge (1996), ciência e religião são conflitantes em vista da suas incompatibilidades doutrinárias, metafísicas, metodológicas e atitudinais. Essa posição é criticada por outros pesquisadores como Woolnough (1996) que afirma que não existe incompatibilidade entre ciência e religião dada a sua incomensurabilidade. Segundo esse autor, as visões de Mahner e Bunge negam a riqueza da experiência humana e admite a possibilidade da convivência do discurso científico com o discurso religioso desde que sejam utilizados em contextos diferentes.

Uma outra opção às duas posições anteriores seria a união de ciência e religião para fornecer aos estudantes uma visão integrada da realidade. Os defensores dessa posição afirmam que ciência e religião possuem muitas semelhanças epistemológicas de forma a poderem dialogar (RUSSEL, 2000).

As posições de Hermes e Hércules coincidem com o que dizem Mahner e Bunge, mas Hermes acaba finalmente admitindo a possibilidade de convivência dos dois sistemas de conhecimento desde que sejam separados, ou utilizados em contextos apropriados.

Os demais participantes entrevistados não tomaram posições explícitas quanto a isso. Mas Deméter e Atena reconheceram as diferenças entre o conhecimento científico e religioso. Deméter, por exemplo, diz:

"Acredito, assim, por que eu acho que Deus não criou toda as espécies, todas, todas, todas. Antes eu não acreditava nisso, mas a partir do ponto que eu começo a estudar que eu começo a ver a gente deixa um pouco a fé de lado. E eu acho sim que pode evoluir". (Deméter, 170 – 173).

Com isso, ela afirma sua crença em Deus, mas abre a possibilidade de aceitar o conhecimento científico separando-o do conhecimento religioso. Ou seja, o novo conhecimento fez alguma diferença para essa aluna.

Atena ajusta seu conhecimento religioso às evidências estudadas no curso e afirma:

"Então, mudou assim, não que eu não acredite na bíblia, eu acredito, mas a gente tem que começar... não tem que ler tudo ao pé da letra o que está escrito ali, tem que ter uma interpretação. E eu tinha uma interpretação, mas não de uma forma tão certa, assim. Mas nem sei se essa é exatamente a certa, mas é a que eu mais aceitei". (Atena, 268 – 272).

Essa posição de tentar conciliar os dois sistemas de conhecimentos, de não tomar a bíblia de forma literal, mas metafórica, foi observada por Sepúlveda e El-Hani (2003) em pesquisa com estudantes protestantes de um curso de licenciatura em biologia.

Tanto Deméter quanto Atena reconhecem os tipos de conhecimento obtidos por uma visão religiosa ou científica da vida. Mas a fé religiosa e o contato com as evidências faz com que tentem buscar a posição defendida por Russel (2000):

"Ajudou! Porque eu tinha um pensamento totalmente diferente. Pra mim Deus criou a galinha, a baleia, a vaca, o cavalo, entendeu? Tudo que tem hoje, do jeito que tá. Mas eu vejo que não, que pode ter sido mesmo... que esses cientistas que provaram, mas tudo não é certo, pode mudar, mas eu acreditei nisso daí, eu acredito, eu acho que tem lógica. Que Deus pode ter criado sim, porque eu acho que Deus criou, mas pode ter evoluído. A galinha pode não ter sido uma galinha do jeito que ela é hoje. Pode ter ocorrido várias mudanças nela. A baleia pode sim ter ancestral comum com as ovelhas. Através dessas provas que deram aí eu acreditei e mudou muito, mudou muito! Mudou muito mesmo. Eu assim, nossa, que nem, a dúvida da galinha e do ovo, quem nasceu primeiro foi o ovo, pois pode ter sido descendente de um réptil. Eu acredito nisso, eu aceitei isso, entendeu? Mudou muito mesmo o que eu pensava". (Atena, 254 – 266).

Nesse trecho, a aluna aparenta reconhecer os dados da ciência como provas irrefutáveis, mas logo em seguida, afirma que "tudo não é certo". O mais importante nesse caso, é que as evidências, ou provas, analisadas durante o curso, fazem com que ela "acredite" na evolução. Segundo Cobern (1994b), entender é diferente de acreditar, ou seja, uma pessoa pode entender a teoria da evolução de Darwin, mas necessariamente não vai acreditar nela. Isso porque as crenças das pessoas são fortemente influenciadas pelas suas visões de mundo. Smith (1994), criticando a posição de Cobern, afirma que o uso da palavra acreditar, ou crença, por ter um sentido cotidiano equivalente a aceitar sem provas, pode levar as pessoas entender que a ciência se baseia na fé. Nesse caso, parece patente que foram as evidências e não a fé que levaram a aluna a "acreditar" ou, como prefere Smith, aceitar a evolução.

Uma demonstração do poder da fé religiosa aparece em alguns discursos de Deméter nos quais ela afirma que tudo o que há é obra de Deus e que os cientistas, por não terem fé, buscam explicações alternativas e probabilísticas:

"Porque eu acredito que Deus fez e eu acho assim, a ciência tem que explicar, mas não é uma coisa muito provável de falar assim... é tudo uma probabilidade de ser assim, mas não é concreto". (Deméter, 240 – 242).

"Ah, que o homem tem que achar uma explicação para tudo que vê. Por exemplo, se ele não tem fé, se ele não acredita que Deus fez, ele vai tentar achar uma maneira de explicar de onde veio e a partir disso ele vai montando hipótese e hipóteses até achar uma coisa que melhor se encaixa. Se você começa a estudar biologia você quer saber o porque que aconteceu isso e aí você vai atrás daquele porque". (Deméter, 445 – 453).

Mesmo assim, Deméter não nega a importância do conhecimento científico como parte de uma cultura produzida pela humanidade e necessária para o seu desenvolvimento:

"Não, eu achei legal, porque eu acho assim, é uma coisa necessária mesmo que acredite naquilo, Deus fez isso e isso, mas pra mim viver é necessário que eu saiba a outra parte, o que muitas pessoas acham." (Deméter, 418 – 420).

Em relação à evolução humana, os alunos mantiveram, em grande parte, posições coerentes com suas afirmações sobre evolução de uma forma geral. Porém, houve uma tendência a separar o ser humano de outras formas de vida em relação à evolução. Como se a evolução humana não tivesse qualquer relação com outras formas de vida.

Apesar de a maioria dos alunos declarar que o chimpanzé seria o grupo irmão do ser humano, essa declaração era muito mais para satisfazer uma pergunta clara cuja resposta eles conheciam. Assim, a maior parte dos alunos entende que o chimpanzé é considerado o grupo irmão do homem, mas não significa que tenham aceitado esse conhecimento, já que muitos continuam afirmando sua fé na criação.

Alguns alunos declararam que o ser humano é diferente de outros animais, como o macaco, pelo fato de ser racional:

"Ah, eu creio que o macaco não é porque eu acho assim, tem gente que fala que ele é racional, mas ele não é racional." (Deméter, 260 – 263).

Cobern (1994b) faz essa distinção entre o "entender" um conceito como sendo a posse de conhecimentos sobre uma cultura, como a científica, e o "saber" como sendo a crença em um conhecimento. A utilização da palavra "crença" foi criticada por Smith (1984), pois esse termo tem um uso corrente que poderia levar as pessoas a interpretar o conhecimento científico como dependente de uma crença subjetiva, e sugere o termo "aceitar" em seu lugar. Desta forma parece que os estudantes da pesquisa entendem que o chimpanzé é considerado o grupo irmão do homem, mas necessariamente não aceitam esse conhecimento.

Esse tipo de fenômeno pode ter sua relevância se pensarmos que muitas pessoas conhecem a existência de tratamentos médicos para doenças, por exemplo, mas preferem recorrer somente a outras intervenções como orações, chás milagrosos, etc.

Um dos aspectos mais relevantes dos discursos dos alunos foi o reconhecimento do papel da cultura em limitar a evolução humana. Esse assunto foi abordado especialmente no texto "Todas as cores da pele", que mostrava que, mesmo sem as características necessárias, no caso a cor da pele, o ser humano poderia viver em lugares para os quais não estaria adaptado:

"Não, acho que não evolui mais não. [...] Porque ele já está adaptado a esse meio, assim, ultimamente ele tem tudo na mão, pra que ele vai precisar evoluir? ele só evolui se for pra conseguir alguma coisa para o próprio bem dele" (Perséfone, 164 – 169).

Uma definição de evolução muito comum é aquela que relaciona evolução com melhorias de cunho tecnológico. Essas definições também foram dadas pelos participantes da pesquisa, apesar de aparentemente terem percebido a distinção entre evolução biológica e tecnológica. Assim, o homem não estaria sujeito às mesmas leis evolutivas que outros seres vivos porque sua "cultura" e sua "evolução tecnológica" permitiria sua adaptação nos mais diferentes ambientes:

"Ah, eu acho que hoje não, assim, a ciência pode evoluir e trazer alguma coisa para o homem que ele não tenha, mas eu acho que o tempo que tinha que evoluir [biologicamente], já evoluiu" (Deméter 344 – 346).

Segundo essa perspectiva, dificilmente o homem entraria em extinção porque é *"o ser mais desenvolvido do planeta"* (Hermes, 367 – 372).

Para Hércules, outro fator que afetaria a evolução humana atualmente, seria a estabilidade do meio ambiente:

"Por enquanto, está tudo estável, não dá pra ver assim se esta pessoa está evoluindo, se essas espécies está evoluindo, porque são coisas que demoram muito tempo pra acontecer a evolução." (Hércules, 188 – 191).

Hércules mostra reconhecer o importante papel que o meio ambiente desempenha na evolução e que a evolução é um processo lento e que seria imperceptível durante a vida de um ser humano.

A lentidão da evolução, relacionada exclusivamente ao ser humano foi declarada por Atena:

"Eu acho que evolui, assim, mas pouco. Eu acho que pode evoluir, mas não tanto assim como os animais, como os outros animais" (Atena, 176 – 178).

Com essa afirmação a aluna parece querer separar o ser humano das outras formas de vida. Isso é feito mais por Deméter, que separa o ser humano de outros homínídeos quando afirma:

"Ah, eu creio que eles [os hominídeos primitivos] viveram aqui e por que não Deus ter criado eles?" (Deméter, 243 – 247).

Deméter tenta inicialmente separar o homem dos hominídeos fósseis que foram encontrados, mas, mais a frente em sua entrevista, admite a possibilidade de uma relação evolutiva – a seu modo – entre eles. Para ela, os hominídeos primitivos deixaram "descendentes que foram chegando até hoje" e que eles poderiam ser nossos ancestrais porque também seriam humanos (Deméter, 249 – 254).

Os discursos relativos às questões éticas aqui abordadas fazem referência principalmente às manipulações genéticas em seres humanos. Esse assunto foi tema de um livro de Jürgen Habermas (HABERMAS, 2004) em que o autor aponta argumentos contra e a favor das manipulações genéticas, distinguindo uma eugenia clínica de uma eugenia que visa ao melhoramento das características individuais.

Muitos alunos declararam que a manipulação genética poderia ser utilizada para fins clínicos, como a eliminação de uma doença genética, mas se recusaram a admitir a utilização da mesma técnica para a fabricação de pessoas com qualidades mais vantajosas.

"Não, eu acho que é assim, eu lembro que na outra entrevista eu até falei, pro seu filho não ter alguma doença grave, não morrer cedo, por alguma doença, acho que eu até faria. Agora essas coisas como cor do olho, assim, eu não sei porque. Aí eu queria ter o olho verde... "Aí eu quero uma menina de cabelos loiros e dos olhos verdes", pensa bem você vai querer, assim, querer, você vai porque... eu não sei se faria isso, mas pra não ter uma doença muito grave, alguma coisa assim eu faria." (Perséfone, 222 – 230)

A opção aceita pelos alunos é o que Habermas (2004) chama de "eugenia negativa", que visa à eliminação de males no ser humano. É claro que, segundo Habermas, para que se elimine algum problema presente no embrião, ele será também eliminado. Em contraposição, a "eugenia positiva" visa ao melhoramento das qualidades do ser humano. Segundo Habermas, essa segunda opção reduz o status da futura pessoa, pois essa não teria nascido como as outras pessoas, mas fora programada o que também redefine os "*espaços, dentro dos quais a futura pessoa fará uso de sua liberdade, a fim de moldar sua própria vida ética*" (HABERMAS, 2004).

Alguns alunos se recusaram a aceitar qualquer tipo de intervenção genética no ser humano. Segundo seus discursos, isso seria devido á sua vivência religiosa:

"Eu sou contra ainda. Eu sou muito assim, esse negócio de ser humano eu sou bem contra porque eu acho que ninguém tem o direito de mexer lá, assim, nos genes de um ser humano, mudar a vida dele. Por eu acreditar muito em Deus, eu acho que é por causa disso mesmo, entendeu?" (Atena, 229 – 234).

Atena mostra dúvidas a respeito da manipulação genética de outros organismos, como no caso da produção de alimentos transgênicos, que ela tem acompanhado. Mesmo assim, a acredita que deveria ser natural, pois os seres vivos seriam obra de Deus:

"Olha, quando, assim, antes de fazer esse curso mesmo eu pensava totalmente diferente. Eu achava assim que não devia, e achava mesmo que tudo era criado por Deus, entendeu? Eu, assim, claro, já tinha ouvido falar desse negócio de evolução, mas nunca tinha estudado sobre isso. Eu achava que Deus tinha criado cada coisa. Hoje eu vejo que não. Não que eu desacredite que ele criou cada coisa. Ele criou, mas as coisas se evoluíram, mas assim, que nem, esse negócio dos alimentos transgênicos, é uma seleção artificial, não é? Pode ser ruim ou pode ser boa, né. Pelo que eu li, ainda não se sabe se causa doença, então até que se prove o contrário, eu, assim, aceito, entendeu? Eu acho que não é o mais certo... Tinha que ser natural mesmo." (Atena, 205 – 216)

Mas deixa bem clara a posição especial do ser humano quando afirma que "o ser humano é o ser humano e o pé de milho é o pé de milho!". Assim, mesmo que as plantas possam ser manipuladas geneticamente, o mesmo não deve acontecer com o homem. O conhecimento científico é tanto mais perturbador quanto mais próximo estiver de nos atingir (HABERMAS, 2004).

Por fim, mesmo que houvesse uma eugenia positiva, modificando características como cor do olho, capacidade atlética ou aptidão para a matemática, Hermes afirma que as características morais não seriam afetadas por isso, pois são determinadas pelo meio ambiente em que o ser humano se desenvolve. Seria o reconhecimento de que o meio também contribui com o genótipo na manifestação do fenótipo. Por essa razão poder-se-ia dizer que uma pré-programação no genótipo não determinaria os projetos de vida das pessoas. Da mesma forma, somente na esfera pública de uma comunidade lingüística é que o ser natural se transforma em indivíduo e em pessoa dotada de razão (HABERMAS, 2004).

Os diferentes discursos sobre ciência e tecnologia foram, em sua maioria, bem individuais.

De uma forma geral, a ciência e a tecnologia são vistas como algo que pode contribuir muito para a sobrevivência da humanidade. Ou seja, através da técnica, o ser humano pode garantir meios de continuar vivendo e poderia avaliar suas intervenções no meio ambiente para poder evitar problemas:

"Ah, talvez, mas eu acho, assim, que antes dele fazer isso ele vai analisar se isso vai ser bom ou mau pra ele" (Deméter, 320 – 323).

Mesmo assim, os avanços tecnológicos são vistos com ressalva e como possíveis causas de danos ambientais.

Um aspecto recorrente no discurso dos alunos são as técnicas de manipulação genética. Essas técnicas seriam muito importantes por permitir a intervenção na produção de alimentos, seja aumentando a produção ou adicionando características novas aos alimentos antigos.

Por outro lado, a mesma técnica usada em seres humanos é vista com ressalva, pois poderia gerar discriminação. Não aquela discriminação apontada por Habermas (2004) em que o ser manipulado não seria dono de seu destino, pois fora pré-programado, mas o preconceito em relação àqueles que não teriam acesso às técnicas, que não poderiam usufruir dos "benefícios" de um genoma pré-programado.

De forma geral a ciência é vista como neutra, pois suas conseqüências para a humanidade dependeria de quem a utilizasse. Por outro lado, é reconhecido o papel da ciência em poder melhorar a vida das pessoas.

6.5. Intelecto coletivo e representações sociais.

Muitas dos discursos apresentados, apesar de muitas vezes serem emitidos por apenas um participante, representariam o que Marton (1981) chama de "intelecto coletivo", ou seja, as representações que os membros de uma sociedade utilizam para viver em seu mundo.

O mesmo fenômeno é chamado por Cobern (1996) de visões de mundo e, de certa forma, de perfil conceitual por Mortimer (2000).

Na próxima seção, procuro delinear, ainda que como uma primeira aproximação, como as representações sociais dos estudantes estão presentes durante a aprendizagem de conceitos científicos.

7. A teoria das representações sociais

7.1. Iniciando

Se olharmos para as definições apresentadas pelos estudantes que participaram do curso com olhares de um evolucionista, pareceria óbvio que as definições apresentadas seriam erradas. Por outro lado, um outro olhar poderia considerar as mesmas definições corretas. Isso está relacionado, a meu ver, com a expectativa que professor traz em relação à aprendizagem de um determinado conceito. Essas expectativas são produto de toda uma vivência como professor de uma determinada disciplina, sem desprezar, entretanto, outras influências não acadêmicas que tenha recebido.

Sem querer cair no relativismo, o que se pretende mostrar é que as definições dadas neste e em outros casos podem estar relacionadas com as visões de mundo dos estudantes que, muitas vezes, podem ir contra as visões de mundo dos professores (COBERN, 1996; COBERN; AIKENHEAD, 1998). Nesses trabalhos os autores mostram que as visões de mundo apresentadas pelos estudantes são, muitas vezes, diferentes das visões de mundo dos professores. Isso faz com que o aprendizado de ciências seja insatisfatório, pois não há congruência entre a cultura trazida pelo estudante e o discurso científico monotemático mostrado pelo professor (COBERN; AIKENHEAD, 1998).

O discurso monotemático apresentado nas escolas deve-se a um endeuamento das ciências que faz parte da formação de muitos professores e que é reproduzido por muitos alunos em sala de aula,

7.2. Representações sociais e educação.

A psicologia social é o ramo da psicologia que estuda os processos sociais responsáveis pela organização do conhecimento em uma sociedade.

Para Moscovici (2003), as representações sociais estão no centro da psicologia social, visto afetarem a forma das pessoas perceberem o mundo ao redor. Diferentes sociedades têm diferentes opiniões sobre como as coisas devem ser, sobre o que devemos

fazer, sobre o que é justo, o que é verdadeiro e belo. Essas diferentes formas de ver o mundo são formas particulares de compreender e se comunicar, um modo que cria tanto a realidade quanto o senso comum. As representações sociais são aspectos de nossa realidade e são uma atmosfera em relação ao indivíduo ou ao grupo e influenciam suas vidas de forma direta desde a infância (MOSCOVICI, 2003).

O ponto de partida da teoria das representações desenvolvida por Moscovici (2003) é a diversidade de indivíduos, atitudes e fenômenos. O objetivo da teoria das representações sociais é descobrir como as pessoas e os grupos podem construir um mundo estável a partir da diversidade. As representações sociais são o trabalho de cada um na sociedade e podem tornar-se estáveis através da reprodução e transmissão de uma geração para a outra.

A finalidade de todas as representações é transformar algo não familiar em algo familiar. Para isso são utilizados processos de ancoragem e objetivação.

Para Moscovici existe um núcleo central onde cada representação é formada por esquemas mais ou menos estáveis ao redor dos quais estão ordenados outros elementos cognitivos, ou esquemas periféricos. Esses elementos centrais exercem uma pré-eminência sobre os elementos periféricos e têm uma maior resistência à mudança.

Assim os estudantes chegam à escola com suas representações a respeito de como o mundo funciona, o que é certo ou errado e, muitas vezes, essas representações se chocam com os conhecimentos que irão adquirir na escola. Essas representações sociais afetarão de forma decisiva o aprendizado dos estudantes e serão utilizadas como ancoragem para os novos conhecimentos. Quanto mais próximos os novos conhecimentos estiverem das representações dos estudantes, maior será a possibilidade de aceitação desses novos conhecimentos.

Essas idéias e crenças de como as coisas são e que permitem que as pessoas vivam estão encarnadas em estruturas específicas como a igreja, movimentos sociais, famílias e clubes e são adotados pelos indivíduos que são parte dela. Esse conhecimento tem sua origem na interação entre os indivíduos da sociedade através de relações sociais que moldam a cultura através da comunicação.

Dessa forma, nessas circunstâncias em que a pessoa é inteiramente subordinada à sua família, igreja ou comunidade, ela é incapaz de pensar por si mesma sem pensar, ao mesmo tempo, em sua família, igreja ou comunidade. Isso se aplica igualmente às crianças e a adultos (MOSCOVICI, 2003).

Portanto, as representações sociais têm sua origem na sociedade, o ambiente natural dos seres humanos. A sociedade, segundo Moscovici, é um sistema de interações que geram crenças, normas, linguagem e rituais coletivamente compartilhados que mantêm as pessoas coesas. As interações que ocorrem no decurso das conversações permitem que os indivíduos e os grupos se tornem familiarizados com objetos e idéias incompatíveis e desse modo possam lidar com elas. A conversação está no centro de nosso universo consensual porque configura e anima as representações sociais e, desse modo, lhes dá vida própria. As opiniões e representações são criadas no curso de conversações, como maneiras elementares de se comunicar e relacionar.

As informações que recebemos ganham sentido através das representações sociais. As representações têm origem coletiva e é compartilhada por todos e reforçada pela tradição, ou seja, são produtos de uma seqüência completa de elaborações que ocorreu ao longo do tempo e são resultado de sucessivas gerações. Por outro lado, as representações não são imutáveis, como veremos adiante.

Quando novos objetos ou conhecimentos são confrontados, nosso sistema particular de categorias compara esses conhecimentos com paradigmas preexistentes e os enquadra em alguma categoria que pensamos ser apropriada. Assim, por exemplo, um novo conhecimento científico perturbador é tornado familiar ao ser ancorado a um sistema prévio de categorias. Assim, uma pessoa religiosa tenta relacionar novos conhecimentos, ou o comportamento de um estranho, a uma escala religiosa de valores, colocando-os em um contexto familiar.

O mundo do senso comum, ou de conceitos espontâneos, tem sua origem na sociedade, no ambiente familiar, através das interações entre os indivíduos da sociedade. O conhecimento científico, por outro lado, é adquirido nas escolas ou ambientes próprios para esse fim. O senso comum é um produto de cultura e é compartilhado de maneira igualitária. A

ciência por outro lado, tem um caráter mais restrito, mas atualmente a própria ciência gera as representações e torna-se senso comum.

O mundo da ciência e o mundo do senso comum são o que Moscovici (2003) chama de Universo Reificado e Universo Consensual, respectivamente. O primeiro, relacionado com a ciência, prima pela precisão intelectual, explicações imparciais e independentes das pessoas. O segundo trata da consciência coletiva, dos interesses imediatos, da realidade prática. Segundo Moscovici, o Universo consensual é onde todos se sentem em casa, a salvo de riscos ou conflitos. Tudo o que é feito no universo consensual confirma as crenças e as interpretações adquiridas. O Universo consensual corrobora mais que contradiz a tradição.

Por outro lado, as opiniões do universo reificado diferem em grande medida das opiniões familiares, da experiência pessoal. Ameaça de perder marcos referenciais, de perder contato com o que propicia um sentimento de continuidade, é uma ameaça insuportável. As imagens e a idéia compartilhadas por um grupo parecem ditar a direção e o expediente iniciais, com os quais o grupo tenta se aceitar com o não familiar.

As tensões entre Universo Reificado e Universo Consensual criam rupturas entre a linguagem dos conceitos e a das representações, entre conhecimento científico e popular. As tensões entre o familiar e o não familiar está estabelecida em nosso universo consensual em favor do primeiro. Essas tensões podem ser o resultado de novas descobertas, novas concepções, sua popularização na linguagem do dia-a-dia.

Os estudantes vivem no Universo Consensual, com suas representações preestabelecidas ao longo de muitos anos de convivência familiar, religiosa e de outras esferas. O contato com o conhecimento científico, a ser apreendido na escola, muitas vezes causa conflito com as representações dos estudantes. O Universo Reificado, do qual a ciência é parte, pode contrariar as formas de alguns estudantes verem o mundo. Sendo assim, a aprendizagem de determinados tópicos científicos, como as teorias de evolução, pode ter pouca aceitação, em diferentes graus, desde uma compreensão com recusa de aceitação até posições em que há a recusa em ter contato com esse tipo de assunto. É pouco provável que poucas horas de ensino de evolução, por exemplo, seriam suficientes para poder causar qualquer transformação completa nas representações dos estudantes. Em muitos casos, poder-

se-ia aceitar alguns elementos da teoria, mas não a totalidade dela. Também há a possibilidade de uma tentativa de criar novos modelos para contemplar tanto o pensamento científico como o pensamento religioso, como fizeram Atena e Deméter, nesse trabalho. Os alunos podem aceitar parcialmente determinados conhecimentos desde que possam reelaborá-los e encaixá-los no seu sistema de crenças e valores.

As representações afetam nossa atividade cognitiva, mas são independentes delas, ou seja, o que fazemos e como pensamos depende de nossas representações, mas nossa cognição, nossa atividade racional não afeta nossas representações. Por isso é pouco provável que um novo conhecimento, por mais racional que seja, possa mudar de uma hora para outra a forma de pensar das pessoas. Os objetos que não se enquadram no sistema de crenças e valores de uma pessoa são forçados a assumir formas idênticas ao já conhecido sob pena de não serem compreendidos ou codificados. Diria mais, sob pena de não serem aceitos caso não se coadunem com os valores construídos por uma pessoa durante toda sua vida. Assimilamos aquilo que temos de familiar, pois nosso pensamento é organizado de acordo com um sistema condicionado pela cultura em que estamos inseridos. Nós vemos o que as convenções sociais nos permitem ver sem termos consciência disso. As representações são, dessa forma, um tipo de realidade, ou melhor, aquilo que é socialmente aceito como realidade. As representações herdadas da sociedade ou as que nós criamos podem mudar nossa atitude em relação a algo fora de nós mesmos.

Já que as representações são dependentes da sociedade, não seria espanto, por exemplo, que diferentes estudantes tivessem diferentes reações frente a um mesmo conteúdo científico, ainda mais quando se trata de um tema polêmico como a evolução. Da mesma forma, classes dominantes e dominadas vêem o mundo de forma diferente. O que é estranho aos nossos olhos pode ser normal para outra pessoa; o que é incomum e imperceptível para uma geração, pode não ser para outra. As representações sociais atravessam o tempo e determinam como as pessoas pensam.

Diferentes concepções de realidade fazem com que diferentes pessoas vejam o mundo de forma diversa, mas em uma sociedade muitas representações podem coexistir. Uma delas, porém, terá precedência em resposta às nossas necessidades. As pessoas aceitam, acima de tudo, fatos ou comportamentos que confirmem suas crenças habituais. As pessoas não

resistem àquilo que lhes é familiar. A maior parte da população prefere explicações populares a explicações científicas, pois as primeiras são mais familiares que as últimas.

As representações sociais criam quadros de referências preestabelecidos e imediatos para opiniões e percepções. Essas representações geram crenças e preconceitos que só podem ser superados pela mudança das representações sociais da cultura. Isso ocorre porque o senso comum é constantemente recriado, especialmente onde o conhecimento científico e tecnológico está presente.

Por outro lado, segundo Moscovici (2003) não se pode erradicar o pensamento pré-científico, pois o pensamento científico não o substitui completamente. Dessa forma, mesmo que o estudante apreenda determinado conceito científico, ele não abandonará completamente suas representações alternativas prévias. Por outro lado, o senso comum é um mediador necessário para a assimilação, seja ele cultural ou científico. Para controlar uma idéia ou percepção estranhas, temos que ancorá-las em representações sociais existentes e é no curso dessa ancoragem que o senso comum se modifica.

Neste trabalho, Deméter e Atena utilizaram os conhecimentos sobre evolução estudados durante o curso, juntamente com suas representações religiosas sobre origens e criaram novas explicações para a evolução, conciliando as representações antigas com os novos conhecimentos de forma que se tornassem compatíveis.

A ciência popular não é a mesma para qualquer pessoa para sempre. Ela é modificada ao mesmo tempo em que as estruturas ou problemas da sociedade com os quais as pessoas se confrontam também mudam. Assim, os novos problemas colocados em sala de aula passam a fazer parte do mundo dos estudantes e no processo de comunicação professor-aluno, as representações chocam-se e transformam-se reciprocamente. Por outro lado, é necessário um longo período (*long durée*) de contato com as novas imagens para que haja uma conformação na visão de mundo dos estudantes, pois o senso comum resiste a qualquer tentativa de reificação (MOSCOVICI, 2003).

A ciência popular é, portanto, o conhecimento do senso comum que será usado para ancorar os conhecimentos científicos e influenciarão a forma como esse conhecimento será interpretado. A racionalidade moderna implica que as formas de vida mental e social

conservadas pela tradição devem ser substituídas pelas das ciências e tecnologia. Isso é o que Cobern (1994) chama o ensino de ciência imperialista, por tentar eliminar as representações que as pessoas trazem consigo.

Ciência e senso comum são irreduzíveis um ao outro, são modos diferentes de compreender o mundo e relacionar-se com ele (MOSCOVICI, 2003). Respeitar o senso comum é respeitar as teorias que aceitamos implicitamente. O senso comum é composto por crenças sobre como as coisas são.

Conhecimento e crença são conceitos opostos que formam um par, como razão e fé, podem ter o mesmo conteúdo, mas qualidades diferentes. A crença é essencial à ação. Para negar uma crença, é necessário opor-lhe outra imagem, mas não argumentos ou observação. Provas a favor ou contra uma crença são secundários. Provas da existência de Deus provavelmente converteram poucos cristãos ou judeus. Na verdade, não é difícil ser convertido a crer. É mais difícil parar de crer, mesmo se alguém der boas razões para isso (MOSCOVICI, 2003).

Durante o curso realizado e também durante as entrevistas, ficou bem claro que os alunos que tinham uma ligação maior com a igreja, como Atena e Deméter, aceitavam parcialmente algumas conceitos relacionados à evolução e necessitavam utilizar as representações construídas ao longo de suas vidas para construir uma nova teoria evolutiva que fosse coerente tanto com a que havia aprendido no curso, como com suas crenças. Quanto a questão da manipulação genética em humanos, ambas foram irreduzíveis em sua opinião contrária a tal técnica. Por outro lado, os outros alunos colocaram algumas restrições à técnica de manipulação genética, mas vislumbravam algumas possibilidades onde esta seria desejável, como no tratamento de doenças em terapias genéticas.

Essa diferença reflete as diferentes formas de ver o mundo que esses estudantes levam para a escola. Assim, seria incoerente pensar que todos vão entender os mesmos assuntos da mesma forma. Como diz Marton (1981), "*existem formas qualitativamente diferentes de ver o mundo*" e essas visões de mundo são devidas às experiências prévias das pessoas com o mundo ao redor. Como vimos acima, mesmo que essas representações, ou formas de ver o mundo, não sejam imutáveis, elas são muito resistentes a mudanças e mesmo que essas mudanças venham a ocorrer, restarão resquícios das representações antigas.

O indivíduo é um produto da sociedade, não somente um produto biológico. Assim, os fenômenos e pessoas com que lidamos são produto ou corporificação de uma coletividade, de uma instituição.

7.3. Implicações educacionais

Talvez uma das principais contribuições da teoria das representações sociais seja permitir a compreensão de que a sociedade tem um grande papel na formação do indivíduo e que essa influência social determinará quais tópicos da educação escolar serão aceitáveis e quais não serão. Por outro lado, isso não significa que a educação escolar não terá nenhuma contribuição na formação do estudante, mas que o ensino terá que ser pautado em estratégias que criem uma nova imagem na mente dos estudantes e permita que confrontem suas representações com o conhecimento escolar.

Numa estratégia de ensino baseada nessa concepção, não bastaria simplesmente transmitir a matéria, mas também permitir que os estudantes falem sobre ela, discutam com os colegas e o professor, analisem e confrontem informações científicas expondo suas opiniões, pois, segundo Moscovici (2003), é através do diálogo e da interação entre pessoas que surgem as representações. O tempo que é dado a um assunto seria um fator determinante da aceitação desse assunto, quanto mais polêmico, maior seria o tempo necessário para a discussão sem que isso fosse uma garantia de sucesso, mas seria um bom começo.

Nesse contexto, no curso aqui elaborado, os cladogramas exerceram um papel fundamental na sistematização de conteúdos e conceitos, pois permitiram que os estudantes tivessem contato com as formas de trabalhar dos cientistas. Da mesma forma, os cladogramas analisados nos textos e criados durante as atividades permitiram ver as relações entre diferentes grupos de seres vivos com o diferencial de que, nesse caso, os estudantes conheciam as técnicas que levaram à construção dos cladogramas e como os dados da biologia podiam corroborar ou refutar algumas daquelas árvores.

Por outro lado, isso não significa que os cladogramas por si só são um fator determinante da aprendizagem, mas permitem o tratamento de assuntos tão diversos como anatomia e fisiologia comparadas, ecologia e comportamento, sob um enfoque evolutivo.

Talvez mais do que a construção, como também foi feito no curso aqui apresentado, a interpretação dos cladogramas deva ser o ponto de maior focalização. Tanto que nos momentos do curso em que isso era possível, como no caso dos "temas diversos", houve um interesse maior no assunto, refletido nos discursos mostrados nas entrevistas. A análise da origem da diversidade e a relação entre as diferentes formas de vida, a aplicação desses dados a problemas contextualizados, parecem fornecer indícios de melhor posicionamento em relação à ciência e seu papel na sociedade. Acredito que esse é um dos mais importantes papéis do ensino de ciências; instrumentalizar o cidadão para uma postura crítica frente àquilo que lhe é posto pela sociedade.

É claro que isso faz parte de um processo em que os estudantes passam a ver o mundo com os olhares da ciência, podendo emitir opiniões fundamentadas sobre técnicas médicas ou de aumento da produção de alimento. Esse olhar com os olhos da ciência, mostra a necessidade de uma fundamentação muito mais epistemológica que conceitual, ou seja, parece ser mais importante saber primeiro como opera a ciência para poder julgar suas produções em um segundo momento.

É claro que essa educação científica não irá abolir o senso comum da mente das pessoas e, como temos visto, em muitas situações o indivíduo tenderá a tomar uma posição que lhe seja familiar e mais segura, como por exemplo, rejeitar o uso de células tronco em favor de sua formação religiosa.

Por isso a ciência deve ser socializada de forma a se tornar familiar para as pessoas, de forma que se torne senso comum, no sentido de que pertença a todos. Mais que conceitos científicos, a história e a filosofia da ciência contribuem para isso. Vivenciar o trabalho científico, suas dúvidas, erros e acertos, pode preparar os estudantes a falar sobre ciência.

8. Referências

AKERLIND, G. S. Principles and practice in phenomenographic research. *Proceedings of the International Symposium on Current Issues in Phenomenography*. Camberra, Australia, 2002. disponível em <<http://www.anu.edu.au/cedam/ilearn/symposium/abstracts.html>>. Acesso em: 10 de agosto de 2004.

ALLES, D. L. Using evolution as the framework for teaching biology. *The American Biology Teacher*, v. 63. n. 1, p. 20 – 23, 2001.

AMORIM, D. S. Paradigmas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica. (manuscrito não publicado).

AMORIM, D. S. A mesma origem. *Jornal das Ciências*, n. 6, ano 1, p. 4. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. 2002.

AMORIM, D. S *et al.* Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de Zoologia e Botânica no 2º grau. In BARBIERI, M. R. et al. (orgs), *A construção do conhecimento do professor: uma experiência de parceria entre professores do ensino fundamental e médio da Rede Pública e a universidade*. Ribeirão Preto: Holos Editora/FAPESP. 2001. p 41-49.

AMORIM, D. S. Elementos Básicos de Sistemática Filogenética. Ribeirão Preto: Holos Editora e Sociedade Brasileira de Entomologia. 1997.

ANDERSON, D. L. *et al.* Development and evaluation of the Conceptual Inventory of Natural Selection. *Journal of research in Science Teaching*, v. 39, n. 10, p. 952 – 978, 2002.

ARDOINO, J. A complexidade. In MORIN, E. (org) *A religação dos saberes: o desafio para o século XXI*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 2002. p 548-558.

ARMELLA, L. M.; WALDEGG, G. La epistemología constructivista y la didáctica de las ciencias: ¿coincidencia o complementariedad? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 3, p. 421 – 429, 1998.

BISHOP, B. A.; ANDRESON, C. V. Students' conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of research in Science Teaching*, v. 27, n. 5, p. 415 – 427, 1990.

BIZZO, N. M. V. From Down House landlord to Brazilian high schools students: what has happened to the evolutionary knowledge on the way? *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, n. 5, p. 537 – 556, 1994.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica, *Parâmetros Curriculares nacionais: Ensino Médio*. Brasília, Ministério da Educação. 1999.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais (5ª a 8ª séries): Ciências Naturais*. Secretária de Educação Fundamental, Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRUMBY, M. Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, v. 68, n. 4, p. 493 – 503, 1984.

CAMPANARIO, J. M.; MOYA, A. ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 2, p. 179 – 182, 1999.

CLOUGH, E. E. *et al.* How do children's scientific ideas change over time? *School Science Review*, v. 69, p. 255 – 267, 1987.

COBERN, W. W.; AIKENHEAD, G. S. Cultural aspects of learning science. In FRASER, B. J.; TOBIN, K. G. (eds.) *The International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic Publishers. 1998. p 39 – 52.

COBERN, W. W. Word view theory and conceptual change in science education. *Science Education*, v. 80, n. 5, p 579 – 610. 1996.

COBERN, W. W. World view, culture and science education. *Science Education International*, v. 5, n. 4, p 5 – 8. 1994.

COBERN, W. W. Point: belief, understanding, and the teaching of evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, n. 5, p. 583 - 590, 1994.

- DE LA GANDARA, M. *et al.* Del modelo científico de “adaptación biológica” al modelo de “adaptación biológica” en los libros de texto de enseñanza obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 2, p. 303-314. 2002.
- DEADMAN, J. A.; KELLY, P. J. What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? *Journal of Biological Education*, v. 12: p. 7 – 15, 1978.
- DEMASTES, S. S. *et al.* Students’ conceptions of natural selection and its role in evolution: cases of replication and comparison. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 32, n. 5, p. 535 – 550, 1995.
- DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher*, v. 35, p. 125 – 129, 1973.
- DONOGHUE, M. J.; J. W. KADEREIT. Walter Zimmerman and the growth of phylogenetic theory. *Systematic Biology*, v. 41, n. 1, p 74-84. 1992.
- DUPRÉ, J. Hidden treasure in the linnean hierarchy. *Biology and Philosophy*, v 11, p 423-433. 2002.
- DUVEEN, J.; SOLOMON, J. The great evolution trial: use of role-play in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 32, n. 5, p. 575 – 582, 1994.
- ERESHEFSKY, M. The evolution of the linnaean hierarchy. *Biology and Philosophy*, v. 12, p 492-519. 1997.
- FREIRE-MAIA, N. *Teoria da evolução: de Darwin à teoria sintética*. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: EDUSP. 1988.
- FUTUYMA, D. *Evolução, ciência e sociedade*. SBG 2002. Disponível em <<http://www.sbg.org.br>>. Acesso em 12 de março de 2004.

GAYON, J. Ensinar a evolução. In MORIN, E. (org) *A religião dos saberes: o desafio para o século XXI*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2002. p 172-179.

GIL PEREZ, D. *et al.* ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 2, p. 311 – 320, 1999a.

GIL PEREZ, D. *et al.* ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 3, p. 503 – 512, 1999b.

GIORDAN, A. As principais funções de regulação do corpo humano. In MORIN, E. (org) *A religião dos saberes: o desafio para o século XXI*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2002. p 226-242.

GIORGI, A. *Phenomenology and Psychological Research*. Duquesne University Press. 1985.

GOULD, S. J. Escadas e cones: coagindo a evolução por meio de ícones canônicos. In SILVERS, R. B. *Histórias esquecidas da ciência*. São Paulo: Paz & Terra. 1997. p 33-60.

GOULD, S. J, A galinha e seus dentes e outras reflexões sobre história natural. São Paulo: Paz & Terra, 1992. cap 28.

GREENE, E. D. The logic of university students' misunderstandings of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 27, n. 9, p. 875 – 885, 1990.

GUALTIER, Regina C. E. Darwinismo: a história de uma idéia. *Revista Ciênciaonline*, ano II, n. 6. 2002. Disponível em <http://www.cienciaonline.org/revista/02_06/historia/index.html>. Acesso em 12 de abril de 2004.

HABERMAS, J. *O futuro da natureza humana: a caminho de uma eugenia liberal?* São Paulo: Martins Fontes. 2004.

HOFFMANN, J. R.: WEBER, B. H. The fact of evolution: implications for science education. *Science & Education*, v. 12, p 729-760. 2003.

HULL, D. L. The role of theories in biological systematics. *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*. v. 32, n. 2, p 221-238. 2001.

HULL, D. L. *Science as a processes*. University of Chicago Press. 1988.

JABLONSKI, N. G.; CHAPLIN, G. Todas as cores de pele. *Scientific American Brasil*, v. 1, n. 6, p. 64-67. 2002.

JENSEN, M. S.; FINLEY, F. N. Teaching evolution using historical arguments in a conceptual change strategy. *Science Education*, v. 79, n. 2, p. 203 – 216, 1995.

KAWASAKI, C. S.; EL-HANI, C. N. Uma análise das definições de vida encontradas nos livros didáticos de biologia do ensino médio. *Coletânea do VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*. 2002. p

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. São Paulo: HARBRA, 1996.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva, 8ª ed, 2003.

LANGANEY, A. Hereditariedade, genética: unidade e diversidade humanas. In MORIN, E. (org) *A religião dos saberes: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2002. p 219-226.

LAWSON, A. E. The acquisition of biological knowledge during the childhood: cognitive conflict or tabula rasa? *Journal of Research in Science Teaching*, v. 25, n. 3, p. 185 – 199, 1988.

LEE, M. S. Y. Divergent evolution, hierarchy and cladistics. *Zoologica Scripta*, v. 31, n. 2, p 217-219. 2002.

LETHBRIDGE, T. Baleias e ovelhas têm ancestral comum. *Ciência Hoje On-Line*.

Disponível em <<http://www2.uol.com.br/cienciahoje/chdia/n453.htm>>. Acesso em 10 de março de 2004.

LINDER, C. J. A challenge to conceptual change. *Science Education*, v. 77, n. 3, p. 293 – 300, 1993.

MAHNER, M; BUNGE, M. Is religious education compatible with science education? *Science & Education*, v. 5, n. 2, p. 101-123, 1996.

MALLET, J.; WILLMOTT, K. Taxonomy: renaissance or Tower of Babe I. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 18, n. 2, p 57-59. 2003.

MARTINS, L. A. P. A cadeia dos seres vivos: a metodologia de Lamarck. In: ALVES, I. M.; GARCIA, E. (eds), *Anais do VI Seminário de História da Ciência e da Tecnologia*. Rio de Janeiro: SBHC. 1997. p 40-46.

MARTINS, L. A. P. O papel da geração espontânea na teoria da progressão dos animais de J. B. Lamarck. *Revista da sociedade Brasileira de História da Ciência* v. 11, p 27-65. 1994.

MARTINS, R. P.; COUTINHO F. A. O Valor da Ciência e da Divulgação Científica.

Disponível em <http://www.radiobras.gov.br/ct/artigos/1999/artigo_170999.htm>. Acesso em 11 de maio de 2004.

MARTON, F. Phenomenography. In HUSEN, T.; POSTLETHWAITE, T.N. (eds.).

International Encyclopaedia of Education. Oxford: Pergamon Press. 1994. v. 8, p. 4424-4429.

MARTON, F. Phenomenography – A research approach to investigating different understandings of reality. *Journal of Thought*, v. 21, n. 3, p 28-49. 1986.

MARTON, F. Phenomenography – describing conceptions of the world around us.

Instructional Science, v. 10, p. 177-200. 1981.

MAYR, E. *Towards a new philosophy of biology; observations of an evolutionist*. Harvard University Press. 1988.

MAYR, E. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília: Editora da UnB. 1998.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. Evolução. In EL-HANI, C. H.; VIDEIRA, A. A. P. *O que é vida: para entender a biologia do século XXI*. Rio de Janeiro, Editora Relume Dumará. 2001. p. 153-185.

MORIN, E. *et al. Educar na era planetária: O pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza humana*. São Paulo: Cortez Editora. 2003.

MORIN, E. Os desafios da complexidade. In MORIN, E. (org) *A religião dos saberes: o desafio para o século XXI*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2002. p. 559-567.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários para a educação do futuro*. São Paulo: Cortez Editora, 2000.

MORIN, E. Epistemologia da complexidade. In SCHNITMAN, D. F. (org) *Novos paradigmas, cultura e subjetividade*. Porto Alegre: Artmed. 1996. p. 274-286.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1. n. 1, 1996. Disponível em <www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm> acesso em 23 de novembro de 2004.

MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Editora da UFMG. 2000.

MOSCOVICI, S. *Representações sociais: Investigações em psicologia social*. Petrópolis: Vozes. 2003.

NAS (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES). *Teaching about evolution and the nature of sciences*. Washington, DC. National Academic Press. 1998. Disponível em: <<http://books.nap.edu/catalog/5787.html>>, acesso em 17 de outubro de 2004.

NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, v. 11, p. 530 – 540, 1989

O'HARA, R. J. Evolutionary history and the species problem. *American Zoologist*. v. **34**, p. 12-22. 1994.

O'HARA, R. J. Population thinking and tree thinking in systematics. *Zoologica Scripta*. v. 26, n. 4, p. 323-329. 1998.

POSNER, G. J. *et al.* Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v. 66, p. 211 – 227, 1982.

POZO, J. Y. Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 3, p. 1513 – 520, 1999.

RIBEIRO, V. L. Um exercício de classificação. *Revista de Ensino de Ciências*, n.**13**, p. 44-48. 1985.

RONAN, C. A. *História Ilustrada das Ciências volume IV: as ciências nos séculos XIX e XX*. São Paulo: Jorge Zahar Editor. 1987.

ROSNAY, J. Conceitos e operadores transversais. In MORIN, E. (org) *A religação dos saberes: o desafio para o século XXI*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2002. p 493-499.

RUDOLPH, J. L.; STEWART, J. Evolution and the nature of science: on the historical discord and implications for education. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 35, n. 10, p. 1069 –1089, 1998.

RUSSEL, R. J. Theology and science: current issues and future directions. Disponível em <http://www.ctns.org/russell_article.html>. Acesso em de março de 2004.

SANTOS, S., *Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula*. São Paulo: Annablume/ FAPESP. 2002.

SÃO PAULO (Estado), Secretaria da Educação. CENP. *Proposta Curricular para o ensino de biologia: 2º grau*. São Paulo: SE/CENP, 1992.

SCHUCH, L. M. M.; SOARES, M. B. Oficina de classificação: de Pokemons e infoartrópodos à sistemática filogenética. *Cadernos do Aplicação*, UFRGS, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 9-18., 2003.

SEPULVEDA, C. C.; EL-HANI, C. N. Estratégias de apropriação do discurso científico por alunos protestantes de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas. *II Encontro Internacional de Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões para o ensino*. Belo Horizonte – MG. 2003.

SETTLAGE, J. Conceptions of natural selection: a snapshot of the sense making process. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, n. 5, p. 449 – 457, 1994.

SILVEIRA, F. L. A filosofia da ciência de Karl Popper e suas implicações no ensino da ciência. In MOREIRA, M. A.; AXT, R. *Tópicos em ensino de ciências*. Porto Alegre: Sagra, 1991. p. 62 – 78.

SMITH, M. U. Counterpoint: Belief, Understanding and the teaching of evolution. *Journal of research in Science Teaching*, v. 31, n. 5. p. 591 – 597. 1994.

SONCINI, M. I.; CASTILHO JR, M. *Biologia*. São Paulo: Cortez Editora, 1992.

TEISCH, D. H. A primeira brasileira. *Revista Veja*, 25 de agosto de 1999.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. *Genetics and Molecular Biology*, v. 27, n. 1, p. 124 – 131, 2004.

WOESE, C. R. *et al.* Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archae, Bacteria, and Eucarya. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 87, p. 4576 – 4579. 1990.

WOOLNOUGH, B. E. On fruitful compatibility of religious education and science. *Science & Education*, v. 5, n. 2, p. 175-183, 1996.

ZUZOVSKY, R. Conceptualizing a teaching experience on the development of the idea of evolution: an epistemological approach to the education of science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, n. 5, p. 557 – 574, 1994.

ZYLBERSZTAJN, A. Revoluções científicas e ciência normal em sala de aula. *In* MOREIRA, M. A.; AXT, R. *Tópicos em ensino de ciências*. Porto Alegre: Sagra, 1991. p. 47 – 61.

9. Apêndices

9.1. Apêndice A – Uma atividade de Classificação

Um Exercício de Classificação

Nome _____ Série _____

1

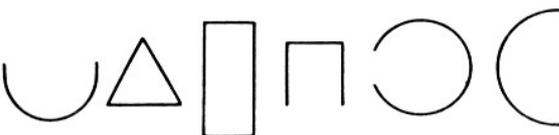
Todos estes são Ticos.



Nenhum destes é um Tico.

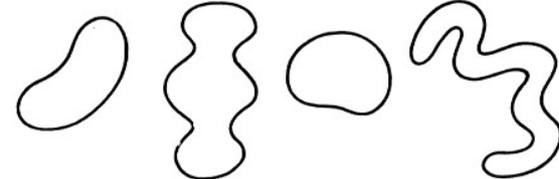


Quais destes são Ticos?



2

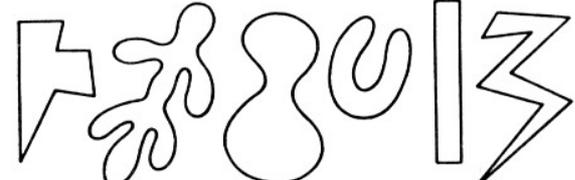
Todos estes são Tocos.



Nenhum destes é um Toco.

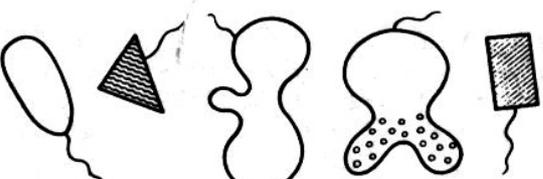


Quais destes são Tocos?

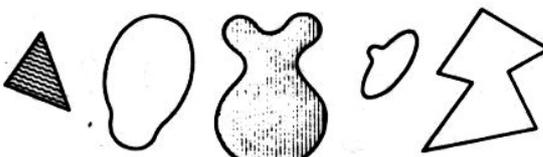


3

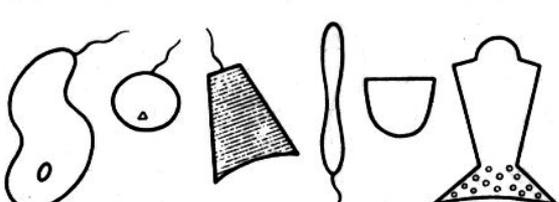
Todos estes são Lufos.



Nenhum destes é um Lufo.

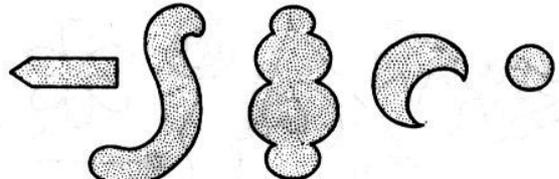


Quais destes são Lufos?



4

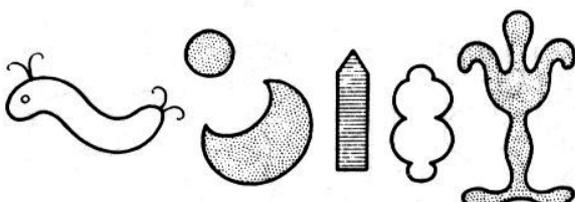
Todos estes são Taques.



Nenhum destes é um Taque.



Quais destes são Taques?



5

Todos estes são Blipes.

Nenhum destes é um Blipe.

Quais destes são Blipes?

6

Todos estes são Piques.

Nenhum destes é um Pique.

Quais destes são Piques?

7

Todos estes são Cliques.

Nenhum destes é um Clique.

Quais destes são Cliques?

8

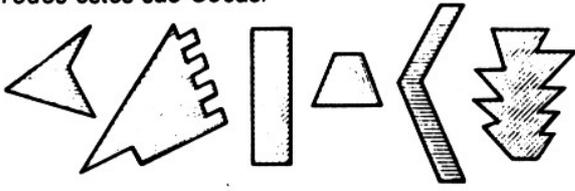
Todos estes são Plocos.

Nenhum destes é um Ploco.

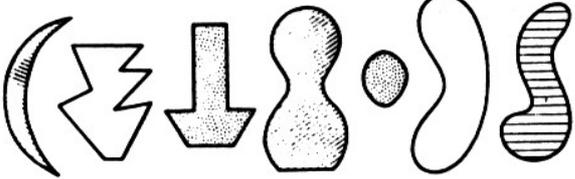
Quais destes são Plocos?

9

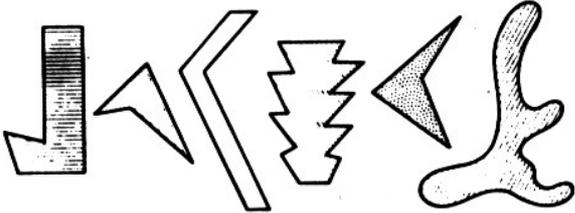
Todos estes são Cocas.



Nenhum destes é um Coca.

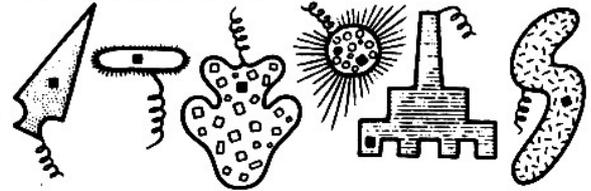


Quais destes são Cocas?

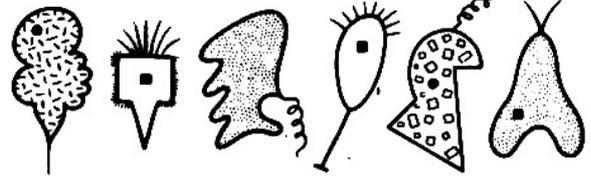


10

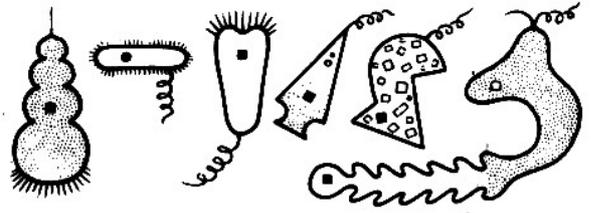
Todos estes são Etis.



Nenhum destes é um Eti.

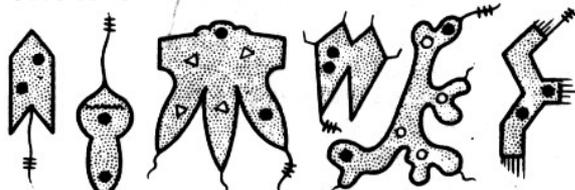


Quais destes são Etis?

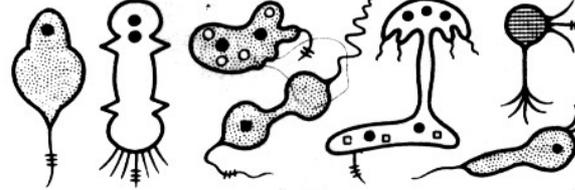


11

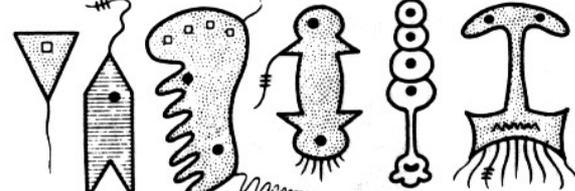
Todos estes são Ufos.



Nenhum destes é um Ufo.



Quais destes são Ufos?



Designada pelas mais variadas denominações, como agrupamentos, categorização, jogos de atributos e separações, a classificação vem sendo muito valorizada nos programas modernos de ensino de ciências. Alguns professores têm demonstrado preocupação e curiosidade em justificar essa estratégia. Procuramos, neste artigo, fornecer a esses professores algumas informações sobre o assunto, aproveitando para apresentar um exemplo de exercícios de classificação.

Os exercícios que propomos neste artigo não têm o objetivo de ensinar a lógica formal da classificação. Eles são o resultado de uma busca de meios para ajudar as crianças a desenvolverem habilidades de pensamento que as capacitem a usar relações lógicas ao longo de suas vidas. O desenvolvimento intelectual consiste, em parte, em aprender a descobrir atributos (qualidades, características) relevantes de um determinado objeto e entender as relações entre esses atributos.

É claro que a inteligência caracteriza-se por um número bastante grande de operações mentais, mas, neste artigo, estamos preocupados apenas com a classificação.

A escolha de atributos particulares para serem utilizados na análise de um problema diminui a quantidade de informações que temos que trabalhar e permite organizar o problema de uma forma mais compreensível.

Há evidências consideráveis de que os hábitos de pensamento se estabelecem muito cedo na vida e são bastante persistentes. As atividades em que as crianças trabalham com atributos podem fornecer-lhes um modelo que lhes será útil em uma variedade bastante grande de situações.

Esse modelo pode ajudá-las a observar melhor o mundo à sua volta, conhecer melhor seu próprio pensamento e aumentar a confiança em seu desempenho intelectual.

O exercício

O exercício é formado por um conjunto de 11 questões retiradas de um currículo denominado “Elementary Science Study (ESS)”, que tem como principal objetivo o desenvolvimento intelectual da criança.

Cada questão consiste em identificar, entre diversas figuras, quais as que pertencem a uma determinada classe, definida através de exemplos e contra-exemplos.

As questões são apresentadas em quadros com três linhas de figuras. Na primeira linha são apresentadas figuras que pertencem a uma determinada classe. Na segunda linha são apresentadas figuras que não pertencem a essa classe. Na terceira linha aparecem algumas figuras que pertencem e outras que não pertencem à classe. A resposta fica fácil a partir do momento em que o aluno identifica o atributo ou atributos que definem a classe.

Por exemplo, na primeira questão, a propriedade que define a classe dos Ticos é o fato de as figuras serem abertas. Na segunda questão o que define a classe dos Tocos é o fato de as figuras serem curvas.

9.2. Apêndice B – Pequena história da sistemática

Pequena História da Sistemática

Para qualquer lado que olhamos nos deparamos com a diversidade biológica. Durante muito tempo, e ainda hoje, o homem procura meios para organizar e dar sentido para essa diversidade. A ciência encarregada desse papel é a sistemática.

Antes de 1859 ano da publicação da teoria da evolução de Charles Darwin (1809-1882), a sistemática era limitada a meras descrições e catálogos das espécies. Muitos dos sistematas antigos estavam mais interessados numa classificação prática e, muitas vezes chegavam a organizar os seres vivos em ordem alfabética em seus livros. Preocupavam-se sim com a utilidade dos seres vivos para o homem. Por exemplo, as plantas forneciam alimento, remédios e óleos, dessa forma era essencial a sua identificação correta. Essa necessidade fez com que a sistemática das plantas se desenvolvesse bem mais do que a sistemática animal, já que ninguém tinha dúvida sobre o que era um cavalo ou uma raposa. Outro fator que contribuiu para a estagnação da sistemática animal era o dificuldade de conservação dos corpos dos animais.

Essas questões práticas e a necessidade de desvendar a obra do criador, revelada pela natureza, justificava os tipos de classificação de então.

Um dos maiores sistematas foi o botânico sueco Lineu (1707–1778). Foi ele que, de certa forma, organizou a sistemática. Ele desenvolveu o sistema binomial e as hierarquias lineanas compostas de Reino, Classe, Ordem, Gênero e Espécie. No decorrer dos anos foram acrescentadas outras categorias.



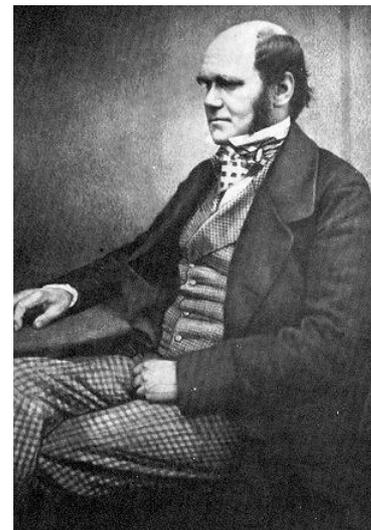
Lineu, quando jovem.

Lineu, como quase todos de sua época, era um essencialista. Isso significa que acreditava na presença de essências imutáveis nos seres vivos. Essas essências permitiriam a correta identificação dos gêneros que, para ele, era a categoria mais importante. Como outros de sua época, Lineu acreditava na criação⁷ e buscava, através da sistemática, revelar o plano de Deus. Por conta de sua crença na criação, Lineu acreditava que não existiam mais do que umas 5000 espécies de animais e dessa forma, qualquer pesquisador poderia decorar os nomes de todas as espécies bem como suas características.

O método de classificação de Lineu, não mais usado, era a divisão lógica que consistia na separação dos organismos em dicotomias, baseada em poucas características. Contudo há suspeitas de que o próprio Lineu não seguia seu método e realizava suas classificações por comparação, já que muitos dos seus grupos são ainda hoje aceitos como grupos naturais⁸.

De qualquer forma, durante muito tempo o sistema de Lineu foi amplamente aceito e até hoje sofremos as influências de seu trabalho.

Após a publicação de a “*Origem das Espécies*” de Charles Darwin, surge a noção de ancestralidade comum, que se torna um paradigma para as classificações. A partir de Darwin, e aos poucos, as classificações começam a buscar as relações de parentesco entre os seres vivos. O próprio Darwin, antes do *Origem*, fez pesquisas com sistemática de cerripédios⁹. Um dos primeiros trabalhos de filogenia que se tem notícia foi a “árvore da vida” de Ernst Haeckel (1866). Foi o próprio Haeckel que cunhou o termo filogenia.



Charles Darwin

⁷ Lineu era fixista, ou seja, acreditava na imutabilidade das espécies.

⁸ Grupo natural, em contraposição a grupo artificial, hoje em dia é um grupo onde todos os indivíduos são aparentados, ou seja tem um ancestral comum. Na época de Lineu Natural seria aquilo que refletisse a criação, ou que fosse o mais fácil de utilizar.

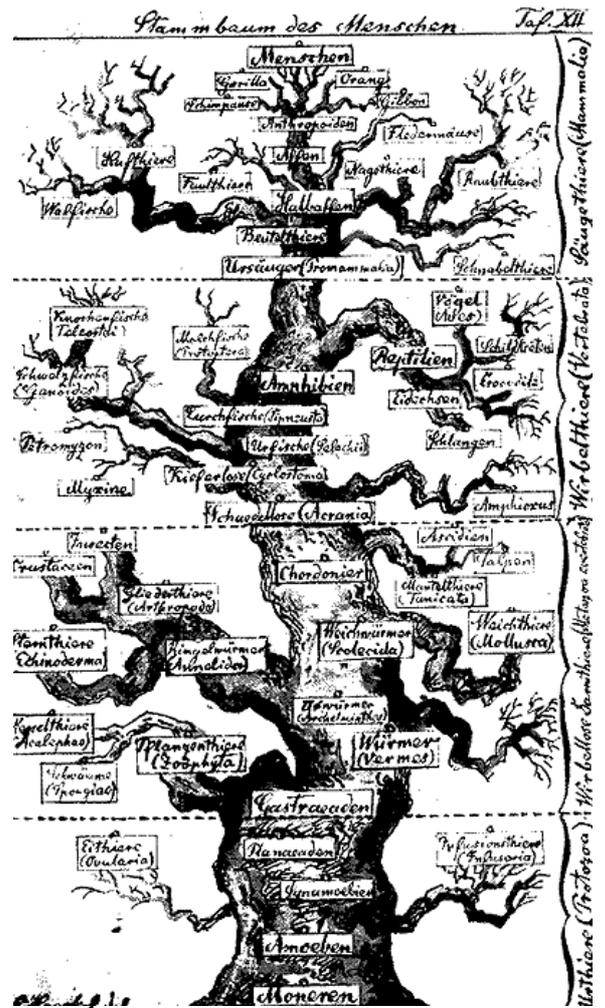
⁹ Cerripédios são crustáceos sésseis (que vivem fixos no substrato) como as cracas.

Ainda na década de 1950 muitos biólogos, como Ernst Mayr, eram céticos a respeito da possibilidade dos sistematas serem capazes de construir uma classificação filogenética. Muitas das filogenias construídas na época ainda eram produzidas por uma autoridade em um dado grupo de seres vivos, sem a utilização de nenhum método explícito. Por isso, poucos sistematas levavam os esforços de desenvolver uma classificação filogenética a sério.

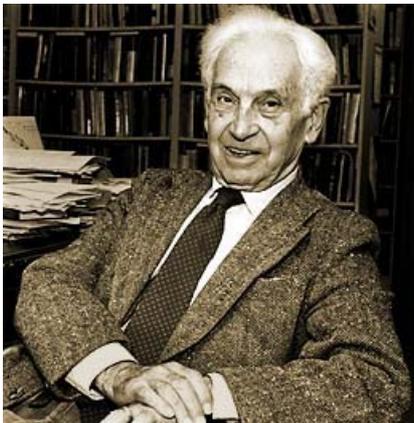
Entre 1950 e 1960, surgem dois grupos de pesquisa que tentaram, a seu modo, resolver o problema da falta de objetividade e rigor nos estudos filogenéticos e procuraram trazer métodos explícitos para o campo da sistemática.

A FENÉTICA, ou TAXONOMIA NUMÉRICA, afirmava que a verdadeira filogenia nunca seria conhecida e buscaram o critério de similaridade geral para construir suas classificações.

A outra escola, a CLADÍSTICA, ou SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA, tinha a convicção de que a filogenia deveria ser o primeiro critério organizador para a sistemática e buscaram metodologias objetivas e confiáveis para inferir filogenias. Um dos autores mais influentes a delimitar essas metodologias foi Willi Hennig (1950), no seu *Grundzüge einer Theorie der Phylogenetischen Systematik*. Como seu trabalho foi escrito em alemão difícil, seu trabalho demorou muito a ser difundido pelo mundo.



Arvore da vida de Ernst Haeckel



Ernst Mayr

Alguns sistematas da escola tradicional de sistemática, algumas vezes chamada de sistemática evolutiva, principalmente paleontólogos como George Gaylord Simpson, continuaram a abraçar a importância da filogenia sem aceitar as novas metodologias e teorias de classificação propostas por Hennig e outros pesquisadores.

Como já vimos, visões autoritárias para sistemática e para a reconstrução filogenética

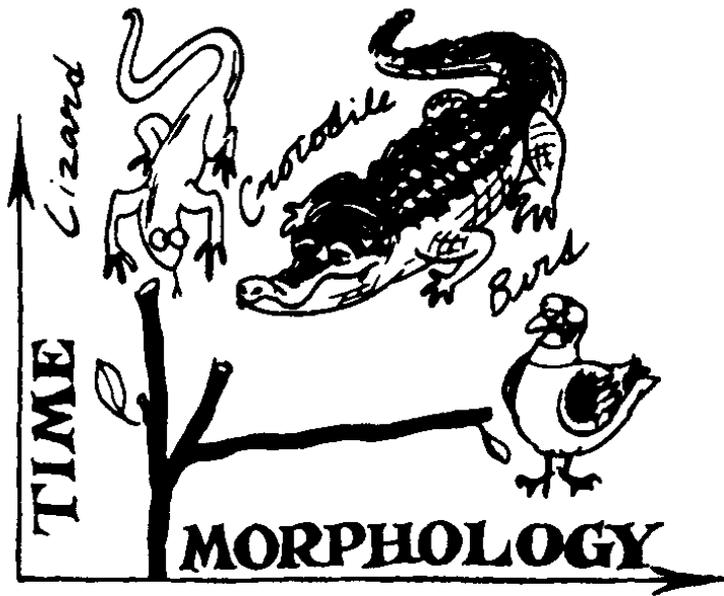
em particular, foram contestadas pelos dois novos grupos de pesquisa, ambos argumentavam em favor de metodologias mais explícitas e quantitativas para substituir o autoritarismo anterior. Entretanto, um desses grupos (cladistas) defendia e expandia a posição central da filogenia em sistemática,

enquanto o outro grupo (taxonomistas numéricos) argumentava que a filogenia nunca seria conhecida e, portanto, promoviam a similaridade como critério preferido para fundar classificações.

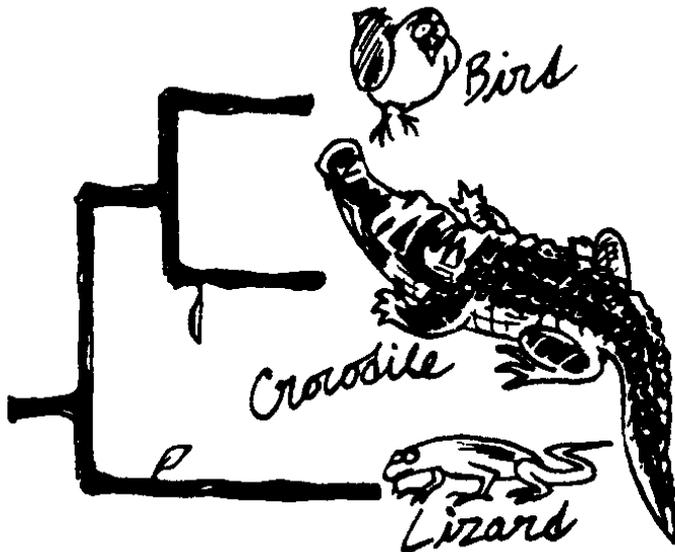


Willi Hennig

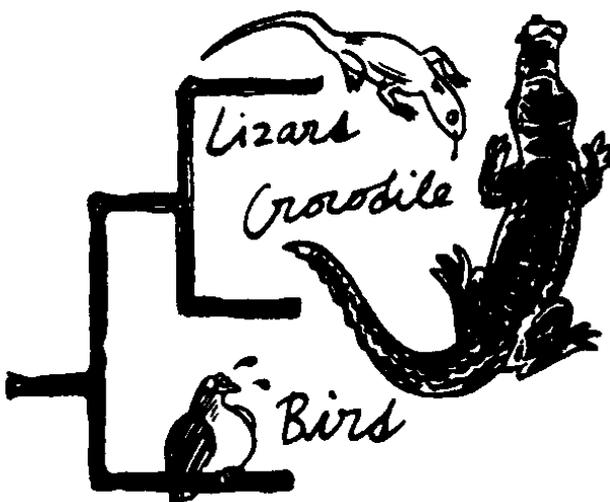
Escolas de Sistemática



A **Sistemática Evolutiva** (Mayr, Simpson e outros) aceitam que as classificações devem ser filogenéticas até certo ponto. Isso porque acreditam que o que eles chamam de **Zonas Adaptativas** também tem um papel importante nas classificações dos seres vivos. Por exemplo, eles aceitam o parentesco dos crocodilos com as aves, mas na hora da classificação, as zonas adaptativas diferentes acabam por colocar os crocodilos em um grupo junto com os lagartos, os répteis. As aves, em termos de zonas adaptativas são muito divergentes em relação aos crocodilos e isso é mostrado na árvore ao lado. Por outro lado, as zonas adaptativas de crocodilos e lagartos estão muito próximas.



A **Sistemática Filogenética** ou **Cladística** assume que a classificação deva refletir as relações de parentesco e nada mais. Para isso os cladistas criaram uma metodologia que os capacita a “descobrir” a filogenia. Para isso usam tantos caracteres como morfologia, dados moleculares e de comportamento. Uma classificação estritamente filogenética deveria colocar em um mesmo grupo as aves e os crocodilos, já que estes têm uma ancestral em comum muito mais próximo do que com os lagartos.



Os biólogos da **Taxonomia Numérica**, ou **Fenética**. Baseiam-se somente nas similaridades gerais para construir suas classificações. Assumem ainda que a filogenia verdadeira nunca será conhecida e, portanto, não se preocupam com ela. Em seu método estudam o máximo de caracteres possíveis e os usam em programas estatísticos de computador para determinar grupos semelhantes. O grande problema dessa metodologia é que acaba colocando no “mesmo saco” coisas tão distintas, como golfinhos e tubarões, e separando indivíduos de espécies onde há diferenças morfológicas entre castas, como no caso de abelhas e formigas, ou entre fases de desenvolvimento, como em animais que sofrem metamorfose completa (anfíbios e insetos, por exemplo). Isso é mostrado na árvore (fenograma) ao lado. Como os lagartos são mais semelhantes aos crocodilos, deverão estar juntos em uma classificação fenética.

9.3. Apêndice C – Identificando parentesco através de sinapomorfias

Identificando parentesco através de sinapomorfias (caracteres derivados compartilhados)

O método da sistemática filogenética

O objetivo da sistemática filogenética, ou cladística, é descobrir e descrever as relações de parentesco entre os seres vivos. Essa descrição é feita em uma árvore filogenética ou cladograma. Para estabelecer essas relações de parentesco, é necessário detectar algum **caráter** que seja comum a esses grupos. Tal caráter é denominado **sinapomorfia** (caráter derivado¹⁰ compartilhado) e os táxons unidos por esse caráter são chamados de táxons irmãos. Essa sinapomorfia provavelmente se originou em um táxon ancestral, que deu origem aos outros dois como uma **novidade evolutiva**, também chamada de **autapomorfia** (caráter derivado próprio). Como são os descendentes de um ancestral comum, táxons irmãos são **monofiléticos** (uma origem) (figura 2a). A sistemática filogenética tem como objetivo reconstruir a árvore da vida baseada somente em táxons monofiléticos.

Um bom exemplo disso pode ser facilmente percebido nos artrópodes (Figura 1).

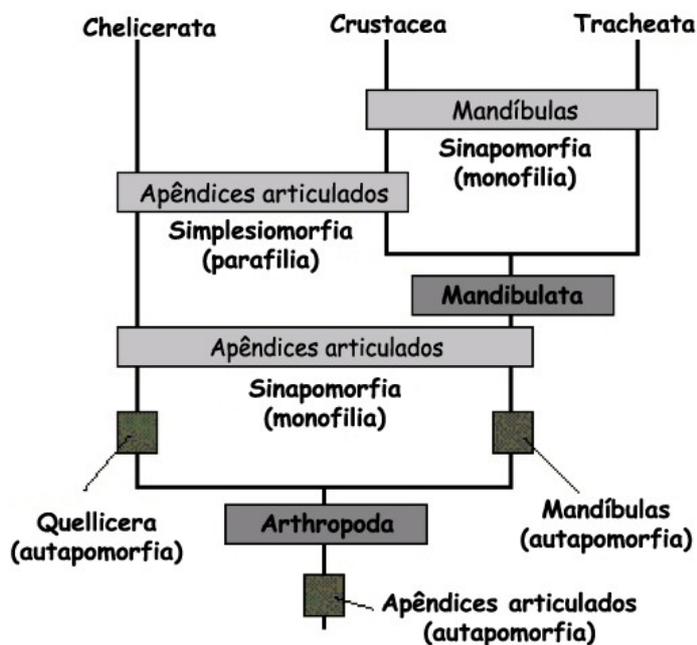


Figura 1. A observação do caráter compartilhado (sinapomorfia) “mandíbulas”, em Crustacea e Tracheata, os une como táxon monofilético. Dessa forma a espécie ancestral de Mandibulata apresentou o caráter “mandíbulas” como novidade evolutiva (autapomorfia). Da mesma forma o caráter “apêndices articulados” (sinapomorfia) une os Mandibulata e Chelicerata no táxon monofilético Arthropoda. O artrópode ancestral adquiriu os primeiros “apêndices articulados” como novidade evolutiva ou autapomorfia. Os quelicerados e crustáceos não formam um grupo monofilético tomando como referência a presença de “apêndices articulados” por que esse caráter une todo o grupo dos artrópodes. Assim esse caráter não evoluiu em um ancestral imediato de quelicerados e crustáceos, mas em ancestral mais antigo que também deu origem aos traqueados. “Apêndices articulados” compartilhado por quelicerados e crustáceos é uma simplesiomorfia pois já estava presente nos seus ancestrais. A união baseada em simplesiomorfia se chama parafilía e o táxon formado é um táxon parafilético.

Consideremos os Crustacea (siris, camarões) e lagostas e os Tracheata (insetos quilópodes e diplópodes). Os representantes desses dois grupos compartilham o caráter mandíbula que, dessa forma, é uma sinapomorfia de traqueados e crustáceos. Essa sinapomorfia indica que esses dois grupos formam um táxon monofilético cujo ancestral já havia desenvolvido mandíbulas como novidade evolutiva ou autapomorfia. O nome do grupo monofilético formado por traqueados e crustáceos recebe o nome de Mandibulata.

Poderíamos estudar também Crustacea e Chelicerata (aranhas, escorpiões e carrapatos) e descobrir que eles compartilham o caráter pernas articuladas o qual poderia ser uma sinapomorfia para os dois táxons. Porém, os Tracheata também compartilham o caráter pernas articuladas. Logo, pernas articuladas não é um caráter derivado, mas ancestral ou **simplesiomorfia** (caráter primitivo compartilhado). A união equivocada de crustáceos e quelicerados baseada em sinapomorfia forma um táxon **parafilético** (Figura 2b). O táxon parafilético não contém todos os descendentes de um mesmo ancestral. Pernas articuladas é uma sinapomorfia de um grupo maior chamado Arthropoda, que inclui Chelicerata e Mandibulata (Crustacea+Tracheata).

¹⁰ O termo derivado é utilizado em contraposição ao termo primitivo. Em sistemática filogenética primitivo se refere ao caráter que surgiu primeiro e derivado é aquele caráter que se originou de um primitivo.

Enquanto um táxon parafilético não contém todos os descendentes de um ancestral, um táxon **polifilético** (Figura 2c) inclui descendentes de mais de um ancestral. Isso acontece quando a similaridade é resultado de convergência adaptativa. Similaridade devida à herança genética é chamada **homologia** enquanto que similaridade superficial que se origina por convergência é chamada **homoplasia** (analogia). Somente estruturas homólogas são úteis na reconstrução de filogenias baseada em grupos monofiléticos.

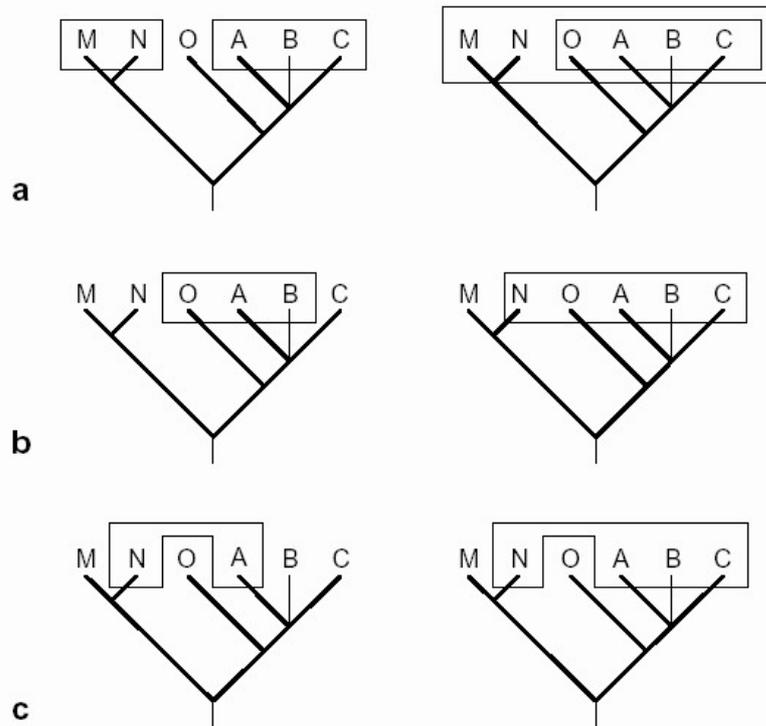


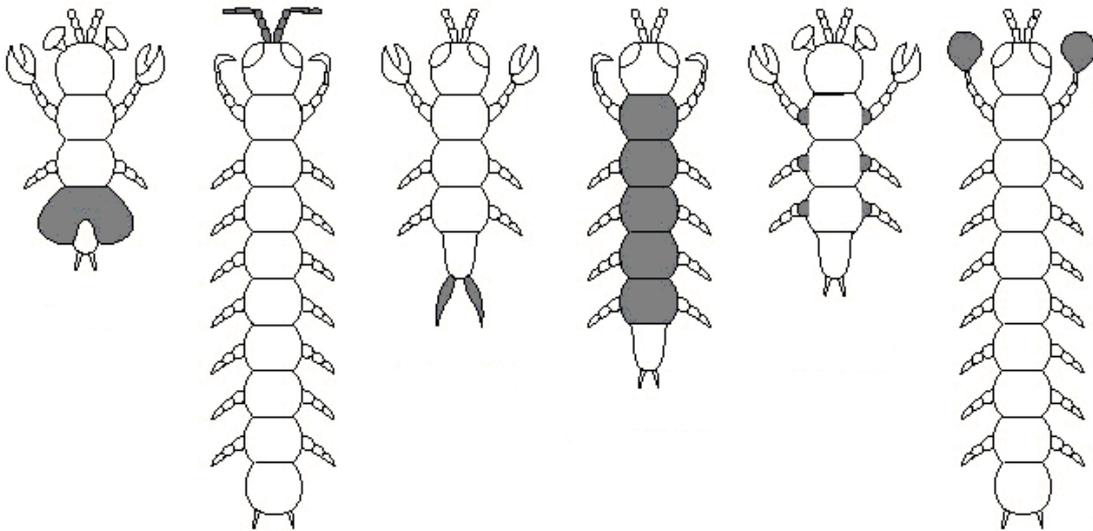
Figura 2. Exemplos de grupos monofiléticos (a), parafiléticos (b) e polifiléticos (c).

Um exemplo de táxon polifilético seria aquele que unisse aves, morcegos e insetos porque todos têm asas. Porém as asas desses animais são estruturas homoplásticas, que se originaram por evolução convergente. Cada um desses animais tem um ancestral diferente que, de forma independente, para o estado alado.

Embora os exemplos escolhidos sejam simples, o trabalho de reconstrução filogenética não o é. Podem ser encontrados vários cladogramas representando a filogenia de um determinado grupo. Nesta situação os sistematas escolhem os cladogramas mais **parcimoniosos**. O princípio da parcimônia é extremamente importante dentro da sistemática filogenética e especialmente nas análises cladística auxiliadas por computador. Os softwares são alimentados com dados morfológicos, comportamentais, moleculares e geram mais que um cladograma. Dentre eles, o mais parcimonioso, ou seja, o que envolver o menor número de transformações para explicar a filogenia é o escolhido.

Parte 1

A figura abaixo mostra exemplares de seis espécies hipotéticas de animais. Identifique as características que são exclusivas de cada espécie. Você pode circular a característica ou simplesmente apontar com uma seta. Tente dar um nome para o caráter que você identificou como sendo exclusivo de cada espécie. Dê também um nome para cada uma das espécies.



Caracteres exclusivos de um determinado grupo de seres vivos são chamados de **AUTAPOMORFIAS** ou **NOVIDADE EVOLUTIVA**. Por exemplo, todos os mamíferos possuem pelos. Nenhum outro animal possui este caráter. Logo o caráter pelo é uma **AUTAPOMORFIA** dos mamíferos em relação a outros grupos, como as aves. Já as aves têm penas que são sua **AUTAPOMORFIA** em relação a outros grupos como os mamíferos.

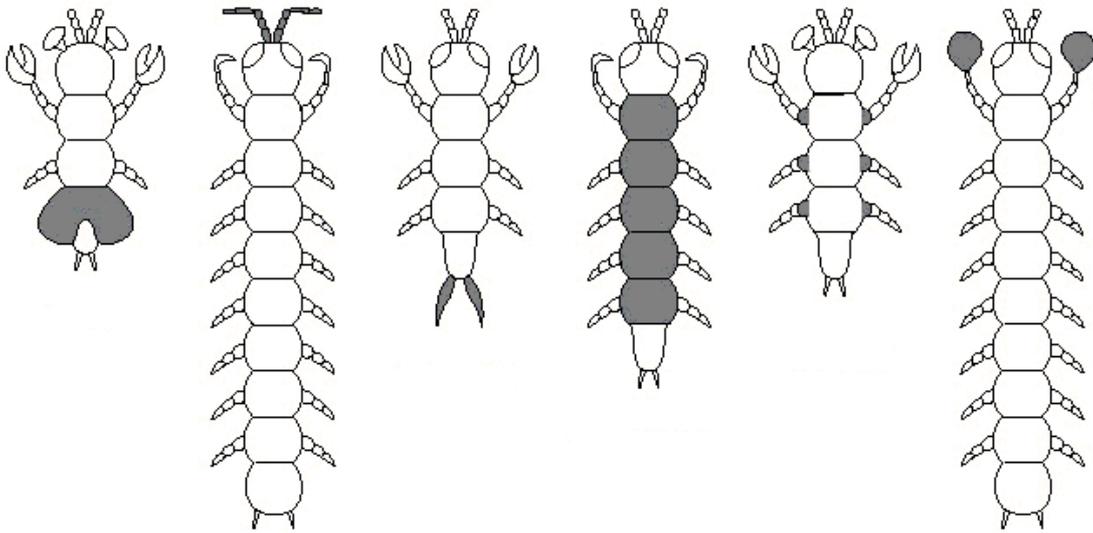
Parte 2

Identifique, na figura abaixo, pares de indivíduos que possuam caracteres homólogos.

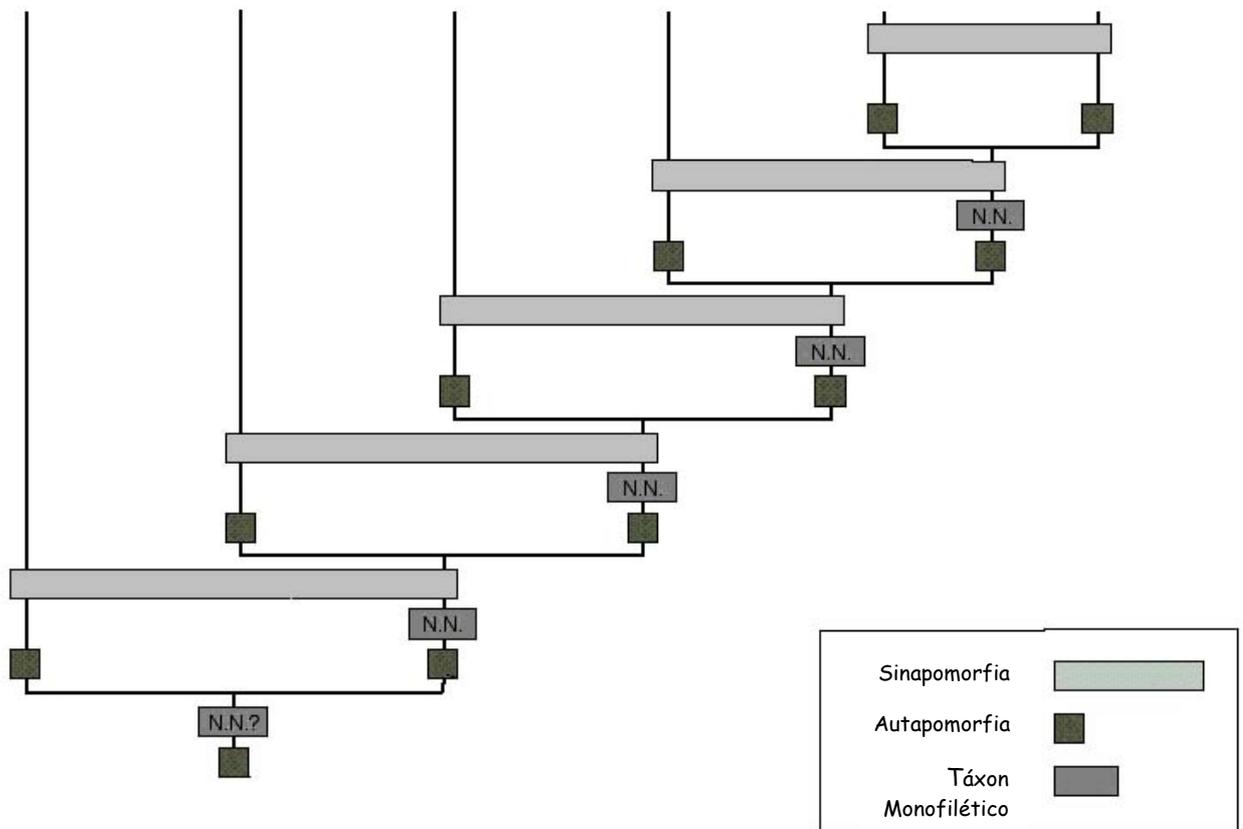
Por enquanto não temos condições de determinar se as homologias escolhidas para a formação do par são **DERIVADAS** ou **PRIMITIVAS**. Isso será feito na próxima etapa da atividade.

Para a Cladística a evolução ocorre através da **CLADOGÊNESE**, fenômeno no qual uma espécie ancestral, através de separação por barreiras geográficas e reprodutivas, origina outras duas distintas.

Recorte as figuras e cole, de acordo com as relações de parentesco que você encontrou, no cladograma da página seguinte.



No cladograma abaixo, cole os pares que você julga serem monofiléticos, ou seja, que compartilhem caracteres, a partir do clado da esquerda.



N.N. (*Nomem Nominandum*) é uma expressão latina e significa que o táxon ainda não tem nome e deve ser nomeado. Dê um nome para cada táxon N.N.

Parte 3

Provavelmente, na etapa anterior, você encontrou maiores dificuldades em determinar as relações evolutivas das duas espécies que possuem oito segmentos. Para determinar a posição dessas duas espécies você precisará realizar a polarização dos caracteres, isto é, determinar qual caráter é **PRIMITIVO** e qual é **DERIVADO**.

Para podermos determinar se um caráter é **DERIVADO** ou **PRIMITIVO**, devemos comparar o nosso grupo de estudo com um grupo que julgamos ser primitivo em relação a ele. Esse grupo é chamado de **GRUPO EXTERNO** e pressupõe-se que tenha caracteres primitivos em relação ao grupo que estamos estudando que passa a ser chamado de **GRUPO INTERNO**.

Na figura abaixo é dado o **GRUPO EXTERNO** das espécies que estudamos na atividade anterior. Confira se os caracteres que você escolheu para formar os pares são realmente derivados e cole novamente as figuras e, baseado nessa nova informação, determinar a posição das suas espécies com oito segmentos.

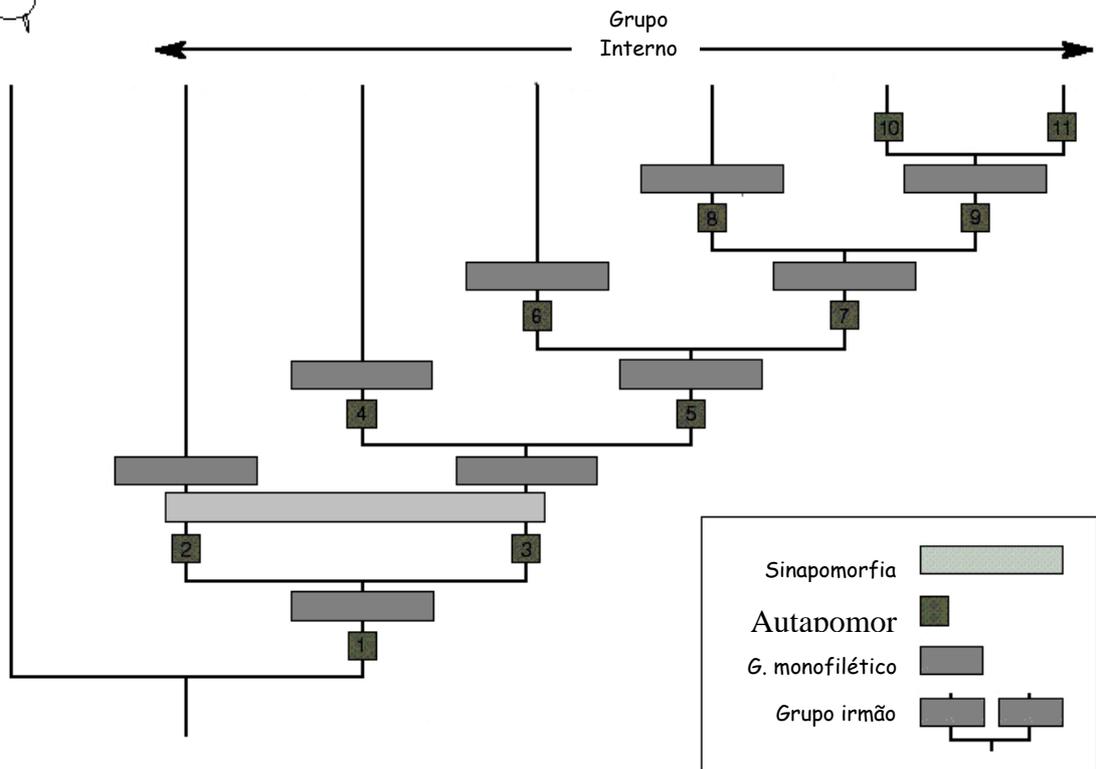
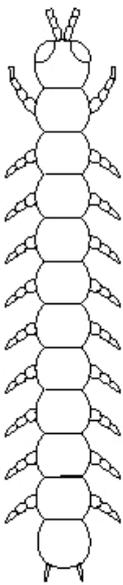
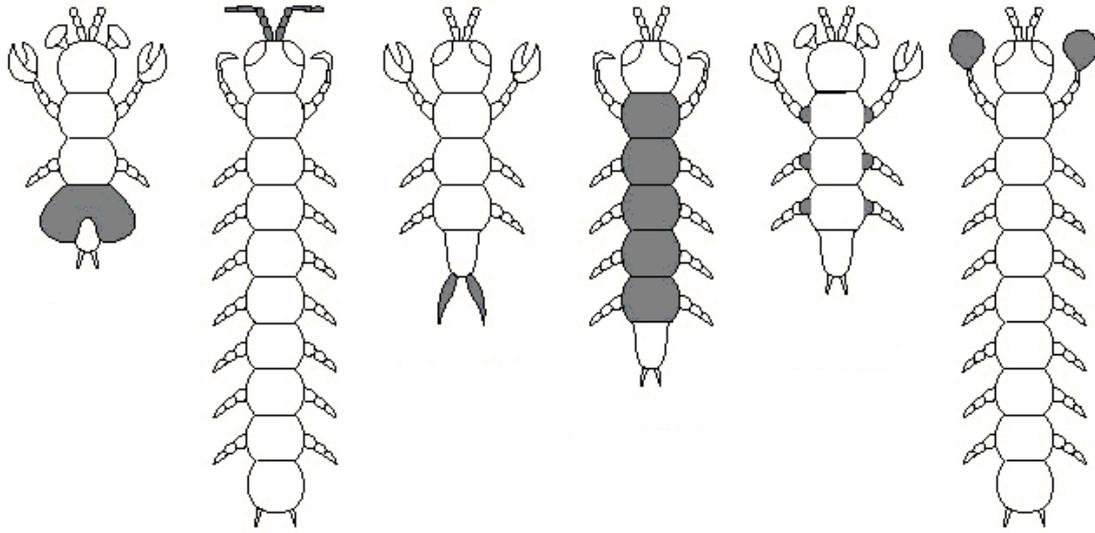


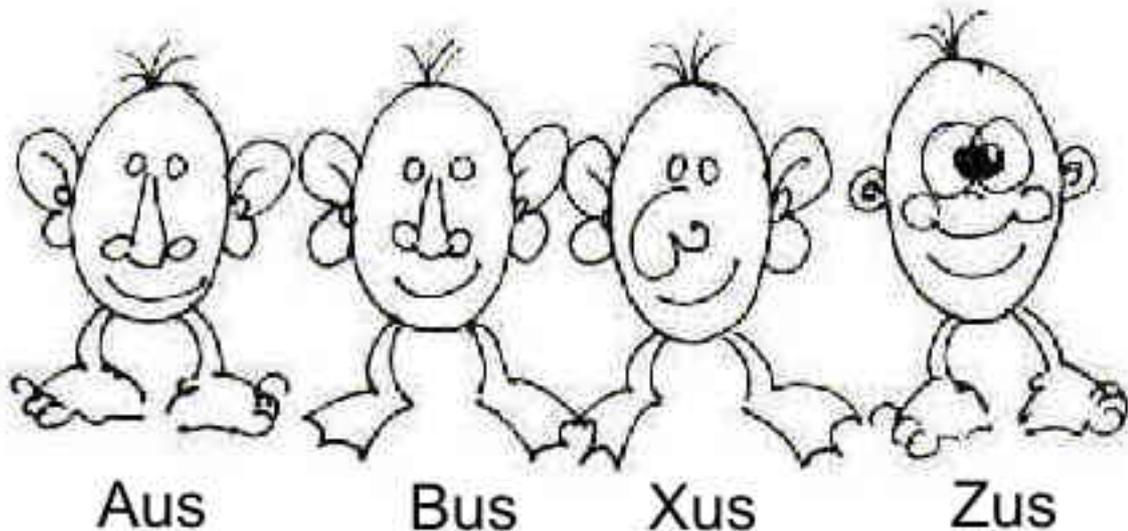
Figura para ser usada na parte 3 da atividade



9.4. Apêndice D - Análise cladística.

Análise cladística

A figura abaixo mostra um grupo hipotético de seres vivos cuja filogenia deseja-se determinar.



Para isso é necessário, como já sabemos, determinar quais caracteres são primitivos e quais são derivados. Para fazer essa **POLARIZAÇÃO DE CARACTERES** é necessário fazer uma comparação com um ser vivo, ou grupo de seres vivos, que acreditamos ser primitivo em relação ao grupo estudado. Esse grupo será chamado **GRUPO EXTERNO** e o grupo de interesse, cuja filogenia desejamos conhecer, será o **GRUPO INTERNO**.

O organismo abaixo será o grupo externo hipotético.



Feito isso devemos determinar quais caracteres serão informativos e quais os estados desses caracteres. Por exemplo, nos nossos exemplos podemos analisar o caráter “pelos na cabeça”. Esse caráter pode ter dois estados: ausente ou presente. Poderíamos, caso fosse possível, determinar o caráter “cor do pelo” que poderia ter dois ou mais estados.

Os estados de caráter encontrados no grupo externo são primitivos e são chamados **PLESIOMORFIAS**. Qualquer estado de caráter que seja diferente daquele observado no grupo externo é um caráter derivado (**APOMORFIA**), ou seja, que surgiu (evoluiu) a partir de um caráter primitivo. No nosso exemplo do caráter “pelos na cabeça” encontramos dois estados: ausente ou presente. A ausência de pelos é observada no grupo externo e por isso é um caráter primitivo. A presença de pelos é, portanto, o caráter derivado.

Para a construção da matriz de dados costuma-se representar os caracteres primitivos por zero e os derivados por um (ou outros números inteiros, no caso de mais que um caráter derivado).

Vamos ver como isso é feito.

Primeiro vamos determinar os caracteres que podem ser usados na análise e seus respectivos estados. Observe a tabela abaixo.

Caráter	Estados
Pelos na cabeça	Presente/ausente
Formato do olho	Grande/pequeno
Formato da orelha	Redonda/lobulada
Forma do nariz	Largo/estreito/curvo
Forma do pé	Com dedos/com nadadeira

Agora o próximo passo é determinar quais caracteres são primitivos (plesiomorfias) e quais são derivados (apomorfias). Isso é feito analisando o grupo externo pois se supõem que nele estejam os caracteres primitivos.

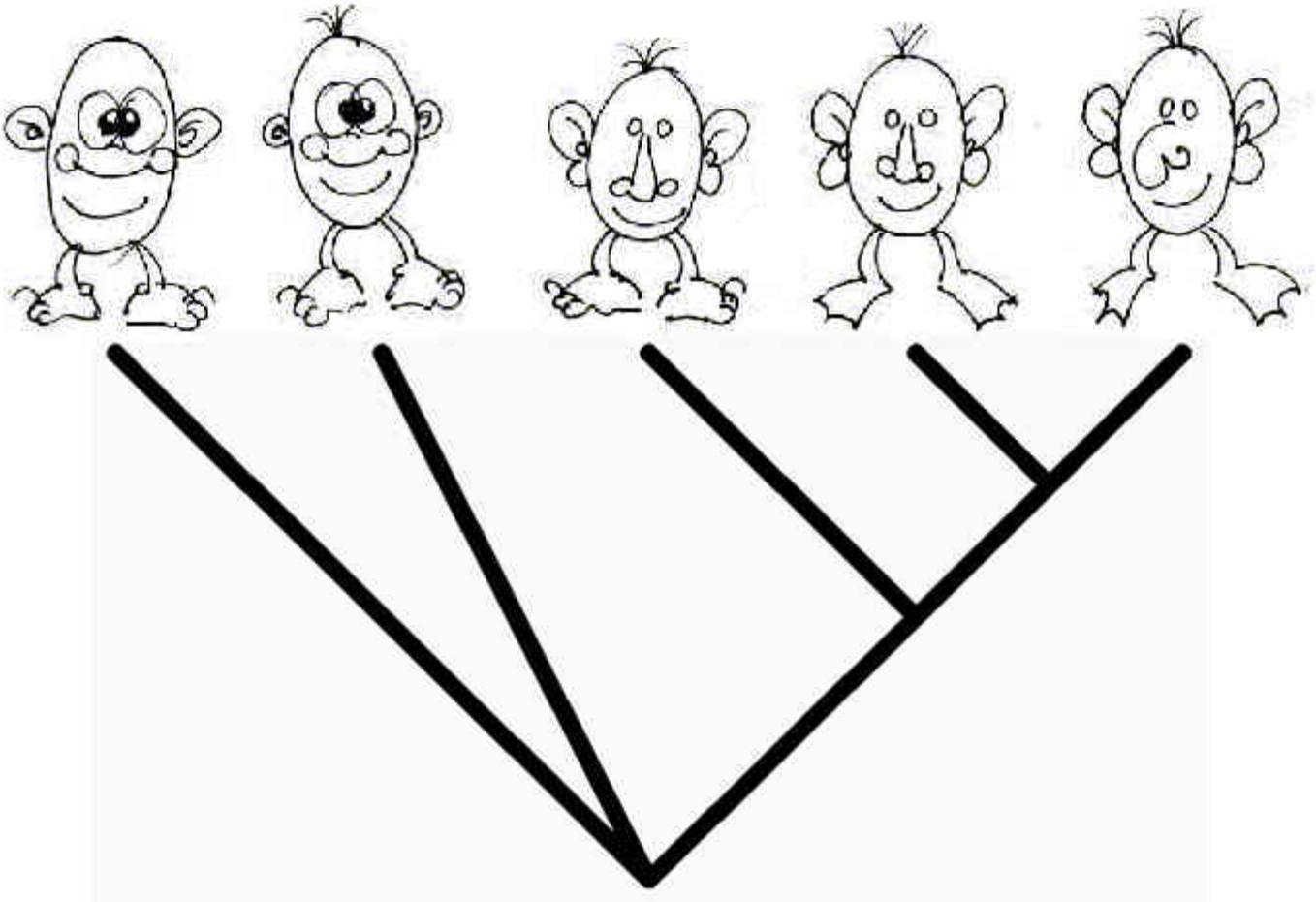
Caráter	Plesiomorfia	Apomorfia
(1) Pelos na cabeça	Ausência = 0	Presença = 1
(2) Formato do olho	Grande = 0	Pequeno = 1
(3) Formato da orelha	Redonda = 0	Lobulada = 1
(4) Forma do nariz	Largo = 0	Estreito = 1/Curvo = 2
(5) Forma do pé	com dedos = 0	com nadadeira = 1

Colocando esses dados na matriz, teremos o seguinte:

Táxon	Caracteres				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Mus</i>	0	0	0	0	0
<i>Aus</i>	1	1	1	1	0
<i>Bus</i>	1	1	1	1	1
<i>Xus</i>	1	1	1	2	1
<i>Zus</i>	1	0	0	0	0

Podemos perceber que o caráter (1) indica a monofilia do grupo interno. Os caracteres (2), (3) e (4) indicam que *Aus*, *Bus* e *Xus* são mais relacionados e, finalmente, o caráter (5) mostra a proximidade de *Bus* e *Xus*. Note que o caráter (4) possui três estados, sendo os estados derivados “estreito” e “curvo”. O caráter estreito provavelmente surgiu

primeiro e se modificou, no ancestral de *Xus*, para curvo. Nesse caso “nariz curvo” é uma **AUTAPOMORFIA** de *Xus*, ou seja, um caráter exclusivo de *Xus*. Isso pode ser verificado no cladograma resultante da matriz de caracteres. O cladograma pode ser feito manualmente ou usando um programa de análise de parcimônia, como o hennig86.



Cladograma mostrando as relações de parentesco entre os quatro seres hipotéticos.

9.5. Apêndice E – Encontrando parentesco através de sinapomorfias

Encontrando parentesco através de sinapomorfias

Considere os dados na tabela abaixo para um grupo hipotético de plantas. Assuma que os táxos 1-3 formam um grupo monofilético.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Táxon 1	oposta	Aguda	Piloso	Amarela	Uma	Carnoso	Liso	Muitas
Táxon 2	Alternada	Aguda	Piloso	Púrpura	Duas	Carnoso	Liso	Muitas
Táxon 3	Alternada	Obtusa	Liso	Vermelha	Uma	Seco	Rugoso	Poucas
Grupo externo	Alternada	Obtusa	Liso	Vermelha	Duas	Seco	Rugoso	Muitas

Parte 1

1. Preencha a tabela Abaixo com os caracteres plesiomórficos (primitivos) e apomórficos (derivados). Para isso, faça a comparação com o grupo externo.

Caracteres	Plesiomorfia	Apomorfia
A = Folhas		
B = Pétalas		
C = Filamentos		
D = Cor da Flor		
E = Câmaras do ovário		
F = Fruto		
G = Revestimento da semente		
H = Número de sementes		

Parte 2.

1. Preencha a tabela abaixo. Para as plesiomorfias, utilize 0 (zero) e para as apomorfias utilize 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Táxon 1								
Táxon 2								
Táxon 3								
Grupo externo								

2. Digite a tabela acima no programa hennig86 para gerar o cladograma. Imprima o seu cladograma e “plote” os caracteres nos nós.
3. Quais dos oito caracteres são autapomorfias?
4. Quais dos oito caracteres representam homoplasias?

8.6. Apêndice F – Usando o TreeGardener

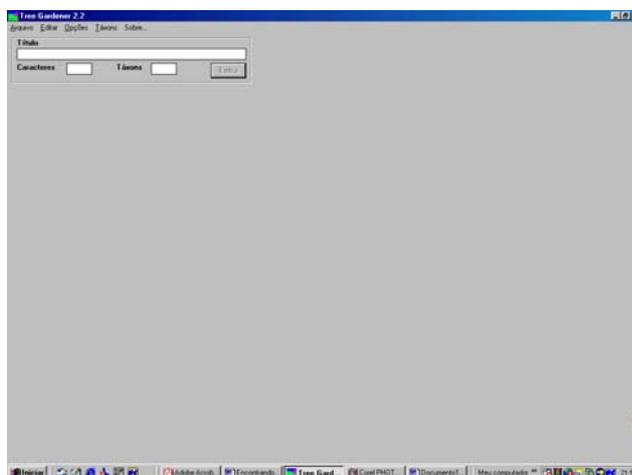
Usando o Tree Gardner.

O Tree Gardner é uma interface windows para o programa Hennig86 que roda em DOS utilizando linha de comando.

Para gerar suas árvores você deverá ter sua matriz de caracteres pronta. Aqui iremos usar a matriz abaixo como exemplo:

Táxon	Caracteres						
	1	2	3	4	5	6	7
X (outgroup)	0	0	0	0	0	0	0
A	1	1	0	0	0	0	0
B	1	1	1	1	0	0	0
C	1	1	1	1	1	1	1

Ao abrir o programa você verá a seguinte tela:

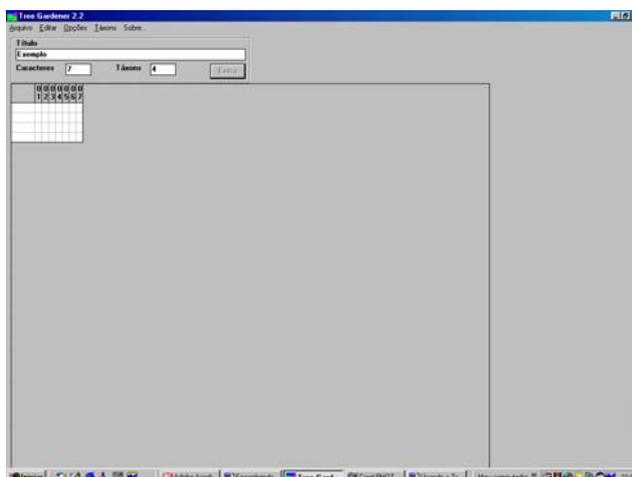


Na opção título digite o nome do seu grupo.

Na opção caracteres você irá digitar a quantidade de caracteres que você está usando na sua matriz. No nosso exemplo é 7.

Na opção Táxons, digite a quantidade de táxons que você está usando. No nosso exemplo são 4 (incluindo o grupo externo).

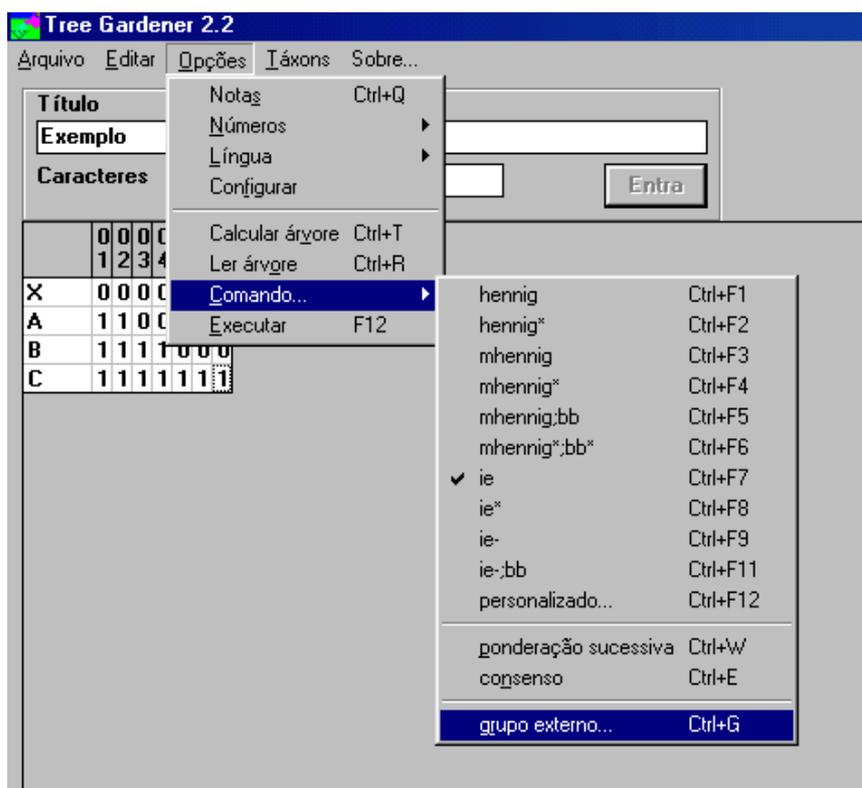
Clique em ENTRA e irá aparecer a seguinte tela:



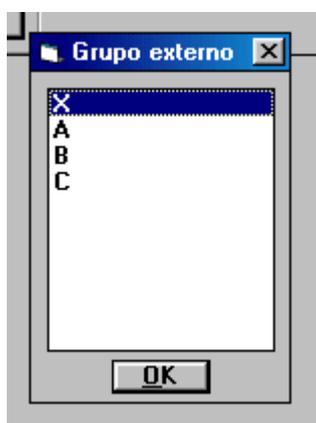
Na matriz que surgiu, digite a sua matriz. Na primeira coluna, digite os nomes dos táxons (um táxon por linha). A nossa tabela exemplo ficará assim:

Caracteres		7						
		0	0	0	0	0	0	0
		1	2	3	4	5	6	7
X		0	0	0	0	0	0	0
A		1	1	0	0	0	0	0
B		1	1	1	1	0	0	0
C		1	1	1	1	1	1	1

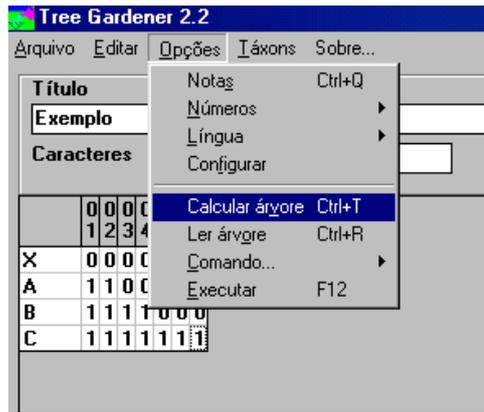
Agora iremos determinar qual táxon será o grupo externo. Para isso vá ao menu **Opções** e em seguida **Comando** e **Grupo Externo**:



Escolha o seu grupo externo. No nosso exemplo é X. Clique OK.



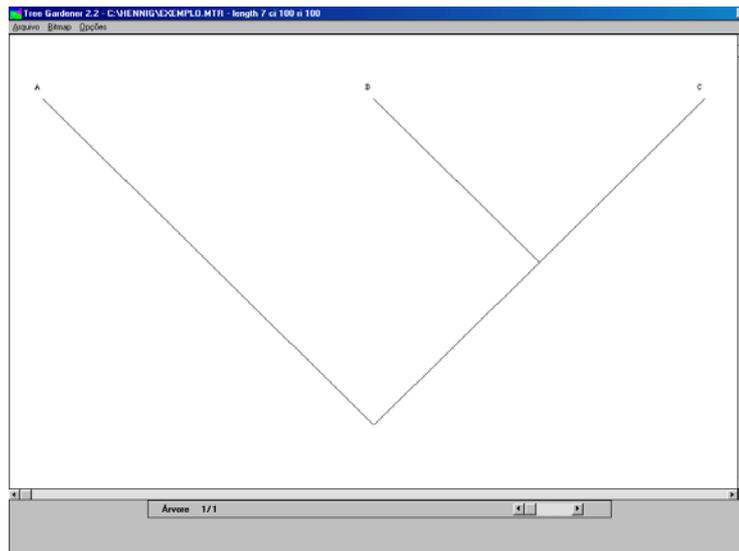
Feito isso, vá ao menu **Opções** e em seguida clique em **Calcular Árvore**.



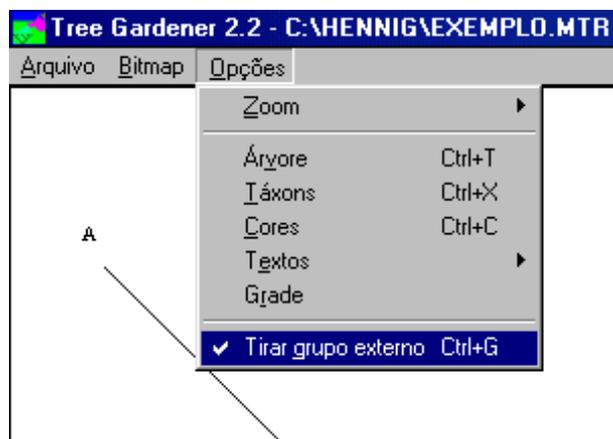
Surgirá uma caixa de diálogo pedindo para gravar a matriz. Clique Sim. Escolha um nome para ela e clique OK. Feche a tela do DOS que aparece em seguida e clique no botão **Mostrar**, no centro da tela:



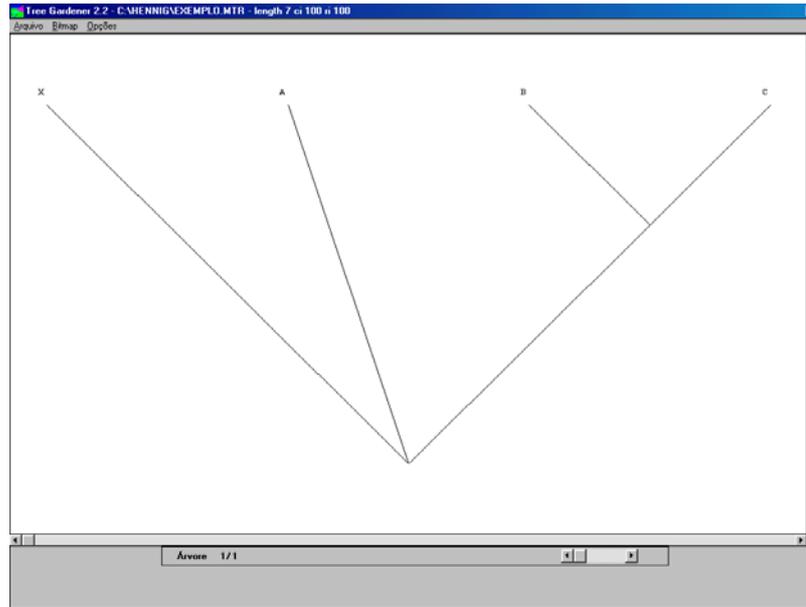
Você terá um ou mais cladogramas dependendo da complexidade de sua matriz. O cladograma da nossa matriz exemplo ficou assim:



Para incluir o grupo externo vá a **Opções** e desmarque **Tirar grupo externo**.



O cladograma ficará assim:



Para imprimir sua árvore vá a arquivo e selecione imprimir:



Estes são os recursos básicos para utilização do software. Mais detalhes podem ser encontrados no manual na pasta do programa.

9.7. Apêndice G – Comparando cladogramas e fenogramas.

Construindo um fenograma.

Construção de uma árvore de UPGMA a partir de seqüências de DNA.

Determine a quantidade de diferenças entre os organismos abaixo e preencha a Matriz a seguir

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Orangotango	A	C	G	G	T	A	C	A	G	G	O
Gorila	A	G	G	G	C	A	T	A	G	G	G
Chimpanzé	A	G	G	G	C	G	C	C	A	G	C
Homem	A	G	G	G	C	G	C	C	G	T	H

Matriz de Distâncias

	O	G	C	H
O				
G				
C				
H				

Construa seu cladograma neste espaço:

Construindo um Cladograma

Construção de uma árvore de Parcimônia a partir de seqüências de DNA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Orangotango	A	C	G	G	T	A	C	A	G	G	O
Gorila	A	G	G	G	C	A	T	A	G	G	G
Chimpanzé	A	G	G	G	C	G	C	C	A	G	C
Homem	A	G	G	G	C	G	C	C	G	T	H

Assumindo o orangotango como grupo externo (*G+C+H* são mais relacionados filogeneticamente) significa dizer que a o estado alélico em cada posição (1-10) presente no orangotango é considerado o estado primitivo (ancestral ou plesiomórfico).

Na matriz abaixo, coloque 0 (zero) para o caráter plesiomórfico e 1 (ou 2) para o apomórfico.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Orangotango											O
Gorila											G
Chimpanzé											C
Homem											H

Construa seu cladograma neste espaço:

9.8. Apêndice H – Usando o *Biology Workbench*

Encontrando parentesco entre os seres vivos através do *Biology Workbench* (BW)

Prof^o Márcio Andrei Guimarães

Email: marcio_andrei@terra.com.br

Para entender as diferenças entre os organismos os biólogos têm se valido tem uma variedade de técnicas tais como morfologia, comportamento, embriologia e bioquímica. Usando o *Biology Workbench* os biólogos podem observas as mudanças que ocorreram nas proteínas de uma variedade de organismos e inferir o quanto estes organismos são aparentados.

Objetivos da atividade

Os alunos irão trabalhar em grupo na tentativa de identificar a história evolutiva de um grupo particular de organismos baseados nas seqüências de aminoácidos de diversos tipos de proteínas. Estas seqüências serão obtidas utilizando o “*Biology Workbench for Students*”

(<http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py>).

Baseados na informação obtidas, os estudantes irão construir um cladograma e um pôster mostrando os resultados de sua investigação. Este pôster incluirá o cladograma e figuras das espécies usadas. Estas imagens poderão ser obtidas em websites, livros, etc. As figuras serão úteis para mostrar as similaridades ou diferenças físicas.

Procedimento

1. Formação de grupos de 2 ou 3 alunos.
2. Os alunos deverão escolher um grupo de seres vivos (por exemplo, artrópodes)
3. Identificar os organismos pelo seu nome científico.
4. Usar pelo menos três tipos de proteínas no estudo (hemoglobina, mioglobina e citocromo, por exemplo). Cladogramas diferentes podem ser gerados e, neste caso, pode ser necessário criar um cladograma de consenso.
5. A partir dos cladogramas gerados, criar os pôsteres com as imagens dos seres pesquisados.

Como Usar o Biology Workbench for Students

01. Abra o site <http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py> e crie uma conta clicando em **REGISTRATION**. Após fazer o cadastro, basta digitar o *username* e *password* e em seguida **SUBMIT**.

Student Interface to the Biology WorkBench - Login Page - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py> Links »

Student Interface to the Biology Workbench (SIB) [About SIB](#)

If you don't have a Biology workbench account, register for a **free** account by clicking this box:

Username :

Password :

Please note that you will be making permanent changes to your Biology Workbench accounts - if you delete (or add) a sequence or session under this interface it will be deleted (or added) to the Biology Workbench.

Send email to Bruce Southey southey@uiuc.edu any problems (especially what did not work) and comments that you may have.

SIB is an alternative interface to the [Biology Workbench](#) orientated towards interactive teaching and learning. This work is a part of the [Biology Student Workbench](#) directed by Eric Jakobsson and [EdGrid](#) directed by Lisa Bievenue.

Copyright (C) 1999, 2001-2002, Board of Trustees of the University of Illinois.

Concluído Internet

02. Preencha os campos abaixo para o registro de usuário.

Biology Workbench for Students V2.1

User Registration

To help protect your ongoing work, and to help us assist you if you encounter a problem, please register as a user of the Biology WorkBench.
Please supply the requested confidential information

Full Name:

eMail Address:

User ID:
Single word (alphanumeric characters only)

Password:

Password: (again)

Copyright (C) 1999, 2001-2002, Board of Trustees of the University of Illinois.

Full name: Nome completo

E-Mail address: endereço de email

User ID: Um nome qualquer para entrar no sistema (por exemplo, o seu nome).

Password: digite a senha e confirme no campo inferior

Após preencher todos os campos clique em *REGISTER*.

03. Clique no botão *NEW* cada vez que for criar uma nova sessão.

Student Interface to the Biology Workbench Preferences - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py>

Preferences Protein Tools Nucleic Tools Alignment Tools

Student Interface to the Biology Workbench

Preferences Tools with Current Session: Default Session

'Preferences' manages user profiles. High-lighted session below is the session you are currently in. You can also customize the tools you use and the background color.

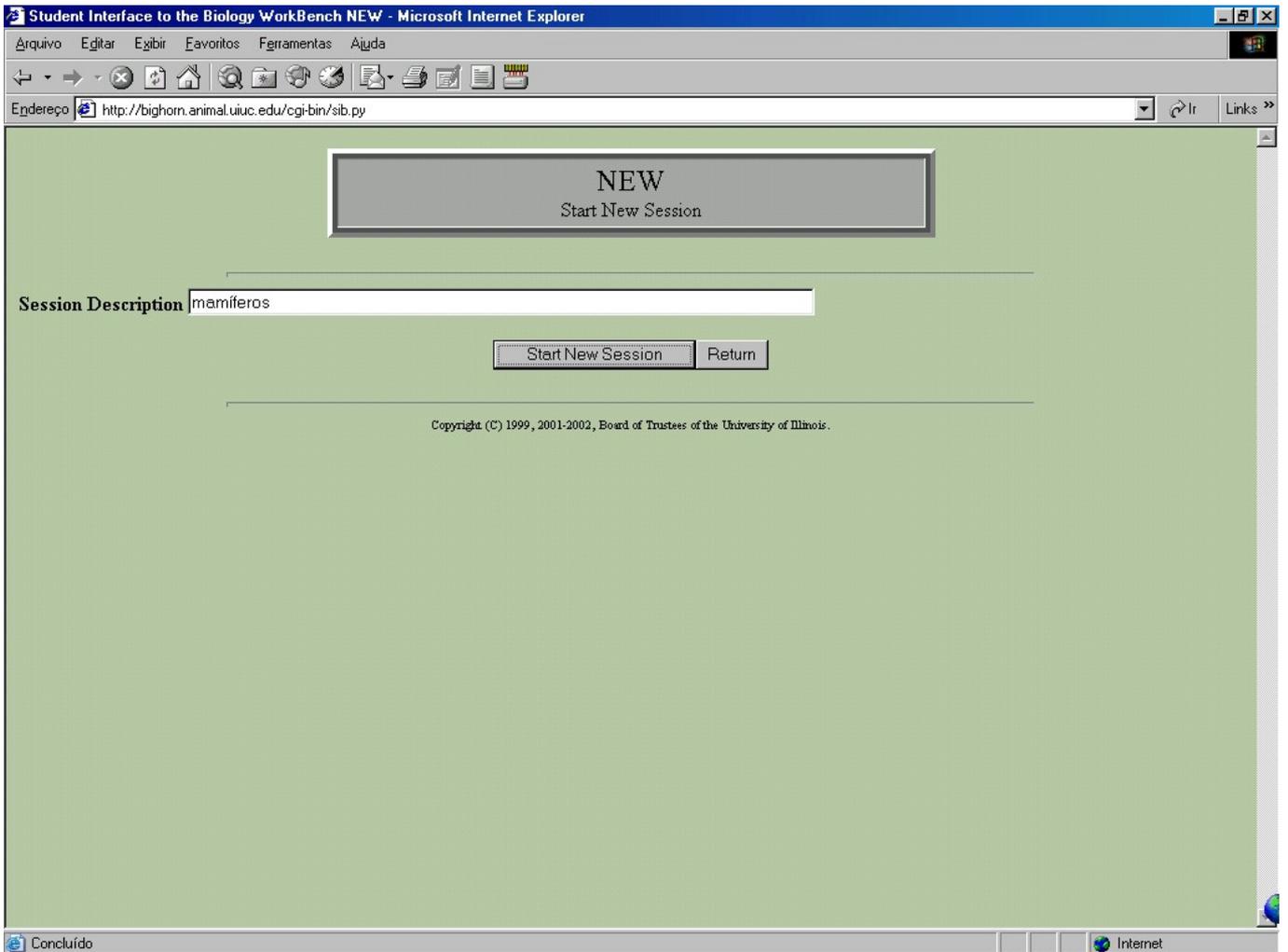
Create a NEW Session (You don't have to choose or create a session since you are already in Default Session. However, if you want to work in a different session for future, click the button to create your own sessions.)	NEW
RESUME an existing session (If you have previously created sessions as shown in below, choose the session you want, and click the button. The resumed session will be high-lighted after a moment. After your session gets high-lighted, click one of the main menu buttons to use sequence searching tools and alignment tools)	RESUME
COPY an existing Session (If you no longer want to use your sessions, or all the sequences in the default session, you may do so by selecting the session below and clicking this button.)	COPY
RENAME an existing Session (By clicking this button you can rename a session such as when you copied a session.)	RENAME
DELETE an existing Session (If you no longer want a session, clicking this button will PERMANENTLY delete a session. PLEASE use with caution.)	DELETE
Change background Color (First select the desired color then click the button to make the change more permanent.) Mid Green	Accept Color

-Default- **Default Session**
 Sun Sep 28 17:45:10 2003 mammals

Copyright (C) 1999, 2001-2002, Board of Trustees of the University of Illinois.

Concluído Internet

04. Digite o nome da sessão (por exemplo, mamíferos) e em seguida clique em *START NEW SESSION*.



05. Ao retornar à tela abaixo clique em *PROTEIN TOOLS*

Student Interface to the Biology Workbench DELETED - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py

Preferences Protein Tools Nucleic Tools Alignment Tools

Student Interface to the Biology Workbench

Preferences Tools with Current Session: mam feros

'Preferences' manages user profiles. High-lighted session below is the session you are currently in. You can also customize the tools you use and the background color.

Create a NEW Session (You don't have to choose or create a session since you are already in Default Session. However, if you want to work in a different session for future, click the button to create your own sessions.)	NEW
RESUME an existing session (If you have previously created sessions as shown in below, choose the session you want, and click the button. The resumed session will be high-lighted after a moment. After your session gets high-lighted, click one of the main menu buttons to use sequence searching tools and alignment tools)	RESUME
COPY an existing Session (If you no longer want to use your sessions, or all the sequences in the default session, you may do so by selecting the session below and clicking this button.)	COPY
RENAME an existing Session (By clicking this button you can rename a session such as when you copied a session.)	RENAME
DELETE an existing Session (If you no longer want a session, clicking this button will PERMANENTLY delete a session. PLEASE use with caution.)	DELETE
Change background Color (First select the desired color then click the button to make the change more permanent.) Mid Green	Accept Color

-Default- **Default Session**
 Sun Sep 28 17:45:10 2003 **mammals**
 Sat Oct 4 14:39:42 2003 **mam feros**

Copyright (C) 1999, 2001-2002, Board of Trustees of the University of Illinois.

Concluído Internet

06. No campo “*Enter your search for protein sequences*” digite o nome do grupo de seres vivos que deseja pesquisar (*mammals*, neste exemplo) e o tipo de proteína (*cytochrome*, neste exemplo). Todas as palavras devem ser digitadas em inglês. Podem ser usados os operadores booleanos *and*, *or*, *not*. No campo “*Select one or more Databases*” selecione *Swissprot Database*. Em seguida clique no botão *NDJINN*.

Student Interface to the Biology Workbench Protein Tools - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py> AbsoluteShield Internet Eraser

Preferences Protein Tools Nucleic Tools Alignment Tools

Student Interface to the Biology Workbench

Protein Tools with Current Session: mam feros

'Protein Tools' allows you to search for protein sequences, compare protein sequences to databases and to align multiple protein sequences. You can also find other information about protein sequences such as it's properties and predict it's secondary structure.

[Click here to go to any sequences that have been imported](#)

Tool Description	Click to Activate Tool
<p>Multiple database search for Protein sequences</p> <p>(This tool may be your starting point to bring sequences into your session. Just enter your search, selected a least one database or organism and click on the Ndjinn button.)</p> <p>Enter your search in the box below:</p> <input type="text" value="mammals and cytochrome"/> <p>Select one or more Databases</p> <ul style="list-style-type: none"> Prosite Documentation Non-Redundant protein sequence database Swissprot Database TrEMBL Computer-annotated protein sequence database 	<p>Ndjinn</p>
<p>Compare a Protein sequence to a protein sequence database</p> <p>(If you want to find closely related sequences to one of your protein sequences below, please select one sequence below, select the database(s) or genome(s) and then click a button to the right. Warning PsiBlast and Fasta are slow.)</p> <p>Select one or more Databases (maximum of 8)</p>	<p>BLASTP</p>

Concluído Internet

07. Na tela seguinte aparecerão todas as combinações encontradas. Selecione os animais de interesse lembrando que as proteínas devem ser as MESMAS.

Student Interface to the Biology WorkBench Ndjinn - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py>

Ndjinn

Multiple Database Search

Databases selected: SWISSPROT

Matches (0 to 47) / 47

RESULTS OF (mammals AND cytochrome)

Rank	Score	Matching Database Record
0	18	<input type="checkbox"/> SWISSPROT:UCRI_BOVIN Ubiquinol-cytochrome C reductase iron-sulfur subunit, mitochondrial precursor (EC 1.10.2.2) (Rieske iron-sulfur protein) (RISP) [Contains: Ubiquinol-cytochrome C reductase 8 kDa protein (Complex III subunit IX)] [Bos taurus (Bovine)]
1	14	<input type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_LOXAF Cytochrome b [Loxodonta africana (African elephant)]
2	14	<input type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_BOVIN Cytochrome b [Bos taurus (Bovine)]
3	13	<input type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_STELO Cytochrome b [Stenella longirostris (Pantropical spinner dolphin)]
4	13	<input type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_STEAT Cytochrome b [Stenella attenuata (Bridled dolphin), Stenella clymene (Clymene dolphin), Stenella coeruleoalba (Striped dolphin), Stenella frontalis (Atlantic spotted dolphin), and Lagenodelphis hosei (Fraser's dolphin)]
5	13	<input type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_SHEEP Cytochrome b [Ovis aries (Sheep)]
6	13	<input type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_HIPAM

Concluído Internet

08. Neste exemplo selecionamos nove animais em relação ao citocromo-b

Student Interface to the Biology WorkBench Ndjinn - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://bighorn.a1.página.inicial/cgi-bin/sib.py>

Rank	Score	Matching Database Record
0	18	<input type="checkbox"/> SWISSPROT:UCRI_BOVIN Ubiquinol-cytochrome C reductase iron-sulfur subunit, mitochondrial precursor (EC 1.10.2.2) (Rieske iron-sulfur protein) (RISP) [Contains: Ubiquinol-cytochrome C reductase 8 kDa protein (Complex III subunit IX)] [Bos taurus (Bovine)]
1	14	<input checked="" type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_LOXAF Cytochrome b [Loxodonta africana (African elephant)]
2	14	<input checked="" type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_BOVIN Cytochrome b [Bos taurus (Bovine)]
3	13	<input checked="" type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_STELO Cytochrome b [Stenella longirostris (Pantropical spinner dolphin)]
4	13	<input checked="" type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_STEAT Cytochrome b [Stenella attenuata (Bridled dolphin), Stenella clymene (Clymene dolphin), Stenella coeruleoalba (Striped dolphin), Stenella frontalis (Atlantic spotted dolphin), and Lagenodelphis hosei (Fraser's dolphin)]
5	13	<input checked="" type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_SHEEP Cytochrome b [Ovis aries (Sheep)]
6	13	<input checked="" type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_HIPAM Cytochrome b [Hippopotamus amphibius (Hippopotamus)]
7	13	<input checked="" type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_DAMDA Cytochrome b [Dama dama (Fallow deer) (Cervus dama)]
8	12	<input checked="" type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_TRANA Cytochrome b [Tragulus napu (Balabac chevrotain)]
9	12	<input checked="" type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_TAYTA Cytochrome b [Tayassu tajacu (Collared peccary) (Pecari tajacu)]
10	12	<input type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_SCOSC Cytochrome b [Scomber scombrus (Atlantic mackerel)]

Concluído Internet

09. Na parte inferior da tela, clique em *IMPORT SEQUENCE(S)*. Você irá importar as seqüências, ou seqüência, que você selecionou.

Student Interface to the Biology WorkBench Ndjinn - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py

36	11	Cytochrome b [Carcharodon carcharias (Great white shark)]
		<input type="checkbox"/> SWISSPROT:CYB_APTAU
37	11	Cytochrome b [Apteryx australis (Brown kiwi)]
		<input type="checkbox"/> SWISSPROT:CYC_KLULA
38	10	Cytochrome c [Kluyveromyces lactis (Yeast)]
		<input type="checkbox"/> SWISSPROT:CYC_CANGA
39	9	Cytochrome c [Candida glabrata (Yeast) (Torulopsis glabrata)]
		<input type="checkbox"/> SWISSPROT:COXS_DICDI
40	9	Cytochrome c oxidase polypeptide VIIs (EC 1.9.3.1) [Dictyostelium discoideum (Slime mold)]
		<input type="checkbox"/> SWISSPROT:COXE_DICDI
41	9	Cytochrome c oxidase polypeptide VIIe (EC 1.9.3.1) [Dictyostelium discoideum (Slime mold)]
		<input type="checkbox"/> SWISSPROT:COX2_LOXAF
42	7	Cytochrome c oxidase polypeptide II (EC 1.9.3.1) [Loxodonta africana (African elephant)]
		<input type="checkbox"/> SWISSPROT:COX2_DIDMA
43	7	Cytochrome c oxidase polypeptide II (EC 1.9.3.1) [Didelphis marsupialis virginiana (North American opossum)]
		<input type="checkbox"/> SWISSPROT:COX1_DIDMA
44	6	Cytochrome c oxidase polypeptide I (EC 1.9.3.1) [Didelphis marsupialis virginiana (North American opossum)]
		<input type="checkbox"/> SWISSPROT:CP51_SORBI
45	5	Cytochrome P450 51 (EC 1.14.13.70) (CYPL1) (P450-L1A1) (Obtusifoliol 14-alpha demethylase) [Sorghum bicolor (Sorghum) (Sorghum vulgare)]
		<input type="checkbox"/> SWISSPROT:COX3_DIDMA
46	5	Cytochrome c oxidase polypeptide III (EC 1.9.3.1) [Didelphis marsupialis virginiana (North American opossum)]

Copyright (C) 1999, 2001-2002, Board of Trustees of the University of Illinois.

Concluído Internet

10. Na tela seguinte, selecione as proteínas que deseja alinhar. Neste exemplo selecionamos todas as nove obtidas na etapa anterior.

The screenshot shows a web browser window titled "Student Interface to the Biology WorkBench Protein Tools - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows the URL: <http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py>. The main content area is a green-themed interface with several sections:

- Action Buttons:** A vertical column of buttons on the right side of the interface: "view", "ViewRecord", "Add", "Edit", "Delete", "Extract", "Transfer", and "Create Form".
- Instructions:** A series of text boxes on the left, each with a corresponding button:
 - "To **view** the selected protein sequence(s), select the sequences in the checklist below and push the button."
 - "To **View Records** about the selected protein sequence(s), select the sequences in the checklist below and push the button."
 - "To **Add** protein sequence(s), click the button without selecting the sequences in the checklist below."
 - "To **Edit** selected protein sequence(s), select the sequences in the checklist below and push the button."
 - "To **permanently Delete** the selected protein sequence(s), select the sequence(s) in the checklist below and push the button."
 - "To **Extract** the selected protein sequence(s) in the checklist below, enter the appropriate minimum and maximum values and push the button. Minimum: Maximum:
 - Experimental:** "To **Transfer** the selected protein sequences, in the checklist below, enter the appropriate username and password and push the button." Below this are input fields for "BW Username:" and "BW Password:".
 - "To **Create a Form** select the desired sequences in the checklist below and push the button. **Remember to use Save As to save the new form**"
- Checklist:** A section titled "Click here to go to the tools" followed by a list of protein sequences, each with a checked checkbox:
 - SWISSPROT:CYB_LOXAF Cytochrome b [Loxodonta africana (African elephant)]
 - SWISSPROT:CYB_BOVIN Cytochrome b [Bos taurus (Bovine)]
 - SWISSPROT:CYB_STELO Cytochrome b [Stenella longirostris (Pantropical spinner dolphin)]
 - SWISSPROT:CYB_STEAT Cytochrome b [Stenella attenuata (Bridled dolphin), Stenella clymene (Clymene dolphin), Stenella coeruleoalba (Striped dolphin), Stenella frontalis (Atlantic spotted dolphin), and Lagenodelphis hosei (Fraser's dolphin)]
 - SWISSPROT:CYB_SHEEP Cytochrome b [Ovis aries (Sheep)]
 - SWISSPROT:CYB_HIPAM Cytochrome b [Hippopotamus amphibius (Hippopotamus)]
 - SWISSPROT:CYB_DAMDA Cytochrome b [Dama dama (Fallow deer) (Cervus dama)]
 - SWISSPROT:CYB_TRANA Cytochrome b [Tragulus napu (Balabac chevrotain)]
 - SWISSPROT:CYB_TAYTA Cytochrome b [Tayassu tajacu (Collared peccary) (Pecari tajacu)]
- Footer:** "Copyright (C) 1999, 2001-2002, Board of Trustees of the University of Illinois."

11. Clique no botão *CLUSTAW* para alinhar os aminoácidos da proteína.

Student Interface to the Biology WorkBench Protein Tools - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py>

<p>Compare a Protein sequence to a protein sequence database (If you want to find closely related sequences to one of your protein sequences below, please select one sequence below, select the database(s) or genome(s) and then click a button to the right. Warning PsiBlast and Fasta are slow.) Select one or more Databases (maximum of 8)</p> <p>San Diego Nonredundant database PDBFINDER (3D Structures) PDB Sequences PIR (NBRF Protein Information Resource)</p>	<p>BLASTP</p> <p>PsiBLAST</p> <p>FASTA</p>
<p>Align multiple protein sequences with each other Provides an alignment of multiple sequences. Heuristic algorithm that provides a profile-based progressive multiple alignment based on all pairwise alignments and a guide neighbor-joining derived phylogenetic tree (Feng and Doolittle, 1987, Thompson et al., 1994). (If you already have multiple sequences you want to compare, choose the two or more sequences below and click the button. With this tool, you can generate and import the aligned sequences for Alignment Tools.)</p>	<p>CLUSTALW</p>
<p>Amino Acid Statistics of a protein sequence Computes some basic statistics of a protein. (If you want to know the percentage of each amino acid in the protein sequence, choose protein sequence(s) below and click the button.)</p>	<p>AASTATS</p>
<p>Provides a multiple sequence alignment of proteins and an consensus sequence that you can use (If you already have multiple sequences you want to compare, choose the two or more sequences below and click the button.)</p>	<p>CTREE</p>
<p>Sequence Search Against a Set of Profiles (PROSITE and PFAM)</p>	<p>PFSCAN</p>
<p>Blast a protein sequence against a set of profiles</p>	<p>RPSBLAST</p>
<p>Protein Structure Prediction (multiple methods are shown)</p>	<p>PELE</p>
<p>To View the selected protein sequence(s), select the sequences in the checklist below and push the button.</p>	<p>View</p>
<p>To View Records about the selected protein sequence(s), select the sequences in the checklist below and push the button.</p>	<p>ViewRecord</p>
<p>To Add protein sequence(s), click the button without selecting the sequences in the checklist below.</p>	<p>Add</p>

Concluído Internet

12. Na tela seguinte aparecerá, na parte inferior, a seqüência de aminoácidos alinhada.

Student Interface to the Biology WorkBench CLUSTALW - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py> Links »

Sequence alignment

Consensus key (see documentation for details)

- * - single, fully conserved residue
- : - conservation of strong groups
- . - conservation of weak groups
- no consensus

CLUSTAL W (1.81) multiple sequence alignment

```
CYB_STELO      MTNIRKTHPLMKILNDAF IDLPTPSNISSWWNFGSLLGCLIMQILTGLFLAMHYTPDIT
CYB_STEAT      MTNIRKTHPLMKILNDAF IDLPTPSNISSWWNFGSLLGCLIMQILTGLFLAMHYTPDIT
CYB_HIPAM      MTNIRKSHPLMKIINDAFVLDLPAPSNISSWWNFGSLLGVCLILQILTGLFLAMHYTPDIT
CYB_TAYTA      MTNIRKSHPLMKIINNDF IDLPTPSNISSWWNFGSLLGICLLQILTGLFLAMHYTPDIT
CYB_SHEEP      MINIRKTHPLMKIVNNAF IDLPAPSNISSWWNFGSLLGICLILQILTGLFLAMHYTPDIT
CYB_DAMDA      MINIRKTHPLMKIVNNAF IDLPAPSNISSWWNFGSLLGICLILQILTGLFLAMHYTSDTM
CYB_BOVIN      MTNIRKSHPLMKIVNNAF IDLPAPSNISSWWNFGSLLGICLILQILTGLFLAMHYTSDIT
CYB_TRANA      MINIRKSHPLMKIVNNAF IDLPAPSNISSWWNFGSLLGICLILQILTGLFLAMHYTSDIT
CYB_LOXAF      MTHIRKSHPLMKIINKSF IDLPTPSNISTWWNFGSLLGACLITQILTGLFLAMHYTPDIT
* :***:***:*.*:*.**:*****:***** ** : *****:***

CYB_STELO      TAFSSVAHICRDVNYGWF IRYLHANGASMFFICLYAHMGRGLYYSYMPQETWNIGVLLL
CYB_STEAT      TAFSSVAHICRDVNYGWF IRYLHANGASMFFICLYAHMGRGLYYSYMPQETWNIGVLLL
CYB_HIPAM      TAFSSVTHICRDVNYGWI IRYMHANGASIFFICLFTHVGRGLYYSYTFLETWNIGVILL
CYB_TAYTA      TAFSSVTHICRDVNYGWI IRYLHANGASMFFICLFIHVGRGLYYSYLFLETWNIGVILL
CYB_SHEEP      TAFSSVTHICRDVNYGWI IRYMHANGASMFFICLFIHVGRGLYYSYTFLETWNIGVILL
CYB_DAMDA      TAFSSVTHICRDVNYGWI IRYMHANGASMFFICLFIHVGRGLYYSYTFLETWNIGVILL
CYB_BOVIN      TAFSSVTHICRDVNYGWI IRYMHANGASMFFICLYMHVGRGLYYSYTFLETWNIGVILL
CYB_TRANA      TAFSSVTHICRDVNYGWI IRYMHANGASMFFICLYMHVGRGLYYSYTFLETWNIGVILL
CYB_LOXAF      TAFSSMSHICRDVNYGWI IRLHANGASIFFLCLYTHIGRNIYYSYLYSETWNTGIMLL
*****:*****:*** :*:***:***:*.**:*.**:***** : **** *:***

CYB_STELO      LTVMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLLSAIPYIGTTLVEWINGGFSVDKATLTRFFA
CYB_STEAT      LTVMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLLSAIPYIGTTLVEWINGGFSVDKATLTRFFA
CYB_HIPAM      LTTMATAFMGYVLPWGQMSFWGATVITNLLSAIPYIGTDLVEWINGGFSVDKATLTRFFA
CYB_TAYTA      LTVMATAFMGYVLPWGQMSFWAATVITNLLSAIPYIGTDLVEWINGGFSVDKATLTRFFA
CYB_SHEEP      LTVMATAFMGYVLPWGQMSFWAATVITNLLSAIPYIGTDLVEWINGGFSVDKATLTRFFA
```

Concluido Internet

13. Na parte superior da mesma tela, clique no botão *IMPORT ALIGNMENT*.

CLUSTALW
Multiple Sequence Alignment

Selected Sequence(s)

- Cytochrome b [Tayassu tajacu (Collared peccary) (Pecari tajacu)]
- Cytochrome b [Tragulus napu (Balabac chevrotain)]
- Cytochrome b [Dama dama (Fallow deer) (Cervus dama)]
- Cytochrome b [Hippopotamus amphibius (Hippopotamus)]
- Cytochrome b [Ovis aries (Sheep)]
- Cytochrome b [Stenella attenuata (Bridled dolphin), Stenella clymene (Clymene dolphin), Stenella coeruleoalba (Striped dolphin), Stenella frontalis (Atlantic spotted dolphin), and Lagenodelphis hosei (Fraser's dolphin)]
- Cytochrome b [Stenella longirostris (Pantropical spinner dolphin)]
- Cytochrome b [Bos taurus (Bovine)]
- Cytochrome b [Loxodonta africana (African elephant)]

Fasta label (*)	Workbench label
CYB_TAYTA	Cytochrome b [Tayassu tajacu (Collared peccary) (Pecari tajacu)]
CYB_TRANA	Cytochrome b [Tragulus napu (Balabac chevrotain)]
CYB_DAMDA	Cytochrome b [Dama dama (Fallow deer) (Cervus dama)]
CYB_HIPAM	Cytochrome b [Hippopotamus amphibius (Hippopotamus)]
CYB_SHEEP	Cytochrome b [Ovis aries (Sheep)]
CYB_STEAT	Cytochrome b [Stenella attenuata (Bridled dolphin), Stenella clymene (Clymene dolphin), Stenella coeruleoalba (Striped dolphin), Stenella frontalis (Atlantic spotted dolphin), and Lagenodelphis hosei (Fraser's dolphin)]
CYB_STELO	Cytochrome b [Stenella longirostris (Pantropical spinner dolphin)]

Concluído Internet

14. Seleccione o alinhamento que deseja estudar. No nosso exemplo só há um alinhamento com nove animais.

Student Interface to the Biology WorkBench Alignment Tools - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py>

based on neighbour-joining method.
(If you want to draw an inferred phylogenetic tree of the organisms using the sequence alignment, please select one of the sequence alignments below and click the button.)

Draw an rooted phylogenetic tree
Provides a rooted phylogenetic tree from pre-aligned sequences based on Neighbour Joining method. (If you want to generate an inferred phylogenetic tree from the sequence alignment, please select one of the sequence alignments below and click the button.)

Sequence Distance Matrix
(If you want to get the evolutionary distances between the organisms (sequences) please select one of the sequence alignment below and click the button.)

To **View** the sequence alignment, select the alignment in the checklist and click the button.

To **Edit** the sequence alignment, select the alignment in the checklist and click the button.

To **Delete** the sequence alignment, select the alignment in the checklist and click the button.

Experimental: To Transfer the selected alignments, in the checklist below, enter the appropriate valid username and password and push the button.

BW Username: BW Password:

[Click here to go to the tools](#)

CLUSTALW - Protein

Cytochrome b [Stenella longirostris (Pantropical spinner dolphin)],
 Cytochrome b [Stenella attenuata (Bridled dolphin), Stenella clymene (Clymene dolphin), Stenella coeruleoalba (Striped dolphin), Stenella frontalis (Atlantic spotted dolphin), and Lagenodelphis hosei (Fraser's dolphin)],
 Cytochrome b [Hippopotamus amphibius (Hippopotamus)],
 Cytochrome b [Tayassu tajacu (Collared peccary) (Pecari tajacu)],
 Cytochrome b [Ovis aries (Sheep)],
 Cytochrome b [Dama dama (Fallow deer) (Cervus dama)],
 Cytochrome b [Bos taurus (Bovine)],
 Cytochrome b [Tragulus napu (Balabac chevrotain)],
 Cytochrome b [Loxodonta africana (African elephant)]

Copyright (C) 1999, 2001-2002, Board of Trustees of the University of Illinois.

Internet

15. Clique no botão *BOXSHADE* para destacar as seqüências de aminoácido.

Student Interface to the Biology Workbench Alignment Tools - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py> Links »

Preferences Protein Tools Nucleic Tools Alignment Tools

Student Interface to the Biology Workbench

Alignment Tools with Current Session: mam feros

'Alignment Tools' creates the displays below from the imported alignments that were prepared by ClustalW or CTree. If the checklist below is empty there are no alignments to work with, go back to Protein or Nucleic Tools, select some of your imported sequences, align them with ClustalW or CTree, and then Import the alignment.
[Click here to go to any alignments that have been imported](#)

Tool Description	Click to activate Tool
<p>Color code a sequence alignment Select Box if using a nucleic alignment <input type="checkbox"/> Displays previously aligned sequences based on user-defined similarity criteria (Hofmann and Baron, 199?). (If you want to see the sequence alignment with color-coding, please select one from the alignment checklists below and click the button.)</p>	BOXSHADE
<p>Draw an un-rooted phylogenetic tree Provides an unrooted phylogenetic tree from pre-aligned sequences based on neighbour-joining method. (If you want to draw an inferred phylogenetic tree of the organisms using the sequence alignment, please select one of the sequence alignments below and click the button.)</p>	DRAWTREE
<p>Draw an rooted phylogenetic tree Provides a rooted phylogenetic tree from pre-aligned sequences based on Neighbour Joining method. (If you want to generate an inferred phylogenetic tree from the sequence alignment, please select one of the sequence alignments below and click the button.)</p>	DRAWGRAM
<p>Sequence Distance Matrix (If you want to get the evolutionary distances between the organisms (sequences) please select one of the sequence alignment below and click the button.)</p>	CLUSTALDIST
To View the sequence alignment, select the alignment in the checklist and click the button.	View
To Edit the sequence alignment, select the alignment in the checklist and click the button.	Edit

Internet

16. Resultado do comando *BOXSHADE*. Clique em *RETURN*, na parte inferior da tela, para voltar à tela anterior.

Student Interface to the Biology WorkBench BOXSHADE - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py>

BOXSHADE

Color-Coded Plots of Pre-Aligned Sequences

Selected Sequence(s)

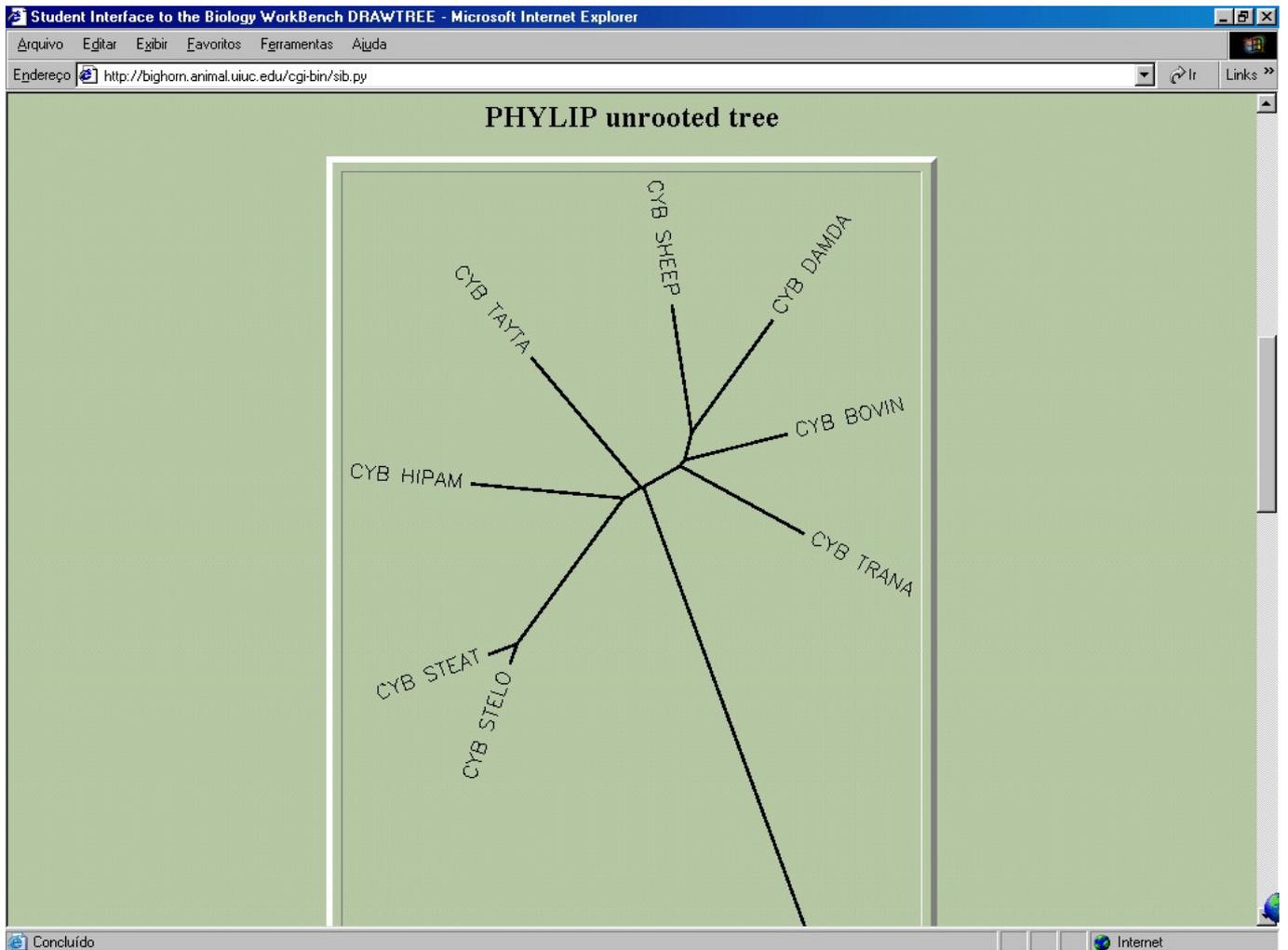
- Cytochrome b [Stenella longirostris (Pantropical spinner dolphin)],
Cytochrome b [Stenella attenuata (Bridled dolphin), Stenella clymene (Clymene dolphin), Stenella coeruleoalba (Striped dolphin), Stenella frontalis (Atlantic spotted dolphin), and Lagenodelphis hosei (Fraser's dolphin)],
Cytochrome b [Hippopotamus amphibius (Hippopotamus)],
Cytochrome b [Tayassu tajacu (Collared peccary) (Pecari tajacu)],
Cytochrome b [Ovis aries (Sheep)],
Cytochrome b [Dama dama (Fallow deer) (Cervus dama)],
Cytochrome b [Bos taurus (Bovine)],
Cytochrome b [Tragulus napu (Balabac chevrotain)],
Cytochrome b [Loxodonta africana (African elephant)]

```
CYB_STELO MTNIRKTHPLMKILNDAFIDLPTPSNISSWWNFGSLLGCLCIMQILTGLF
CYB_STEAT MTNIRKTHPLMKILNDAFIDLPTPSNISSWWNFGSLLGCLCIMQILTGLF
CYB_HIPAM MTNIRKSHPLMKILNDAFVDLPAPSNISWWNFGSLLGVCLILQILTGLF
CYB_TAYTA MTNIRKSHPLMKILNDAFIDLPTPSNISSWWNFGSLLGICLILQILTGLF
CYB_SHEEP MTNIRKTHPLMKLVNNAFIDLPAFSPNISWWNFGSLLGICLILQILTGLF
CYB_DAMDA MTNIRKTHPLMKLVNNAFIDLPAFSPNISWWNFGSLLGICLILQILTGLF
CYB_BOVIN MTNIRKSHPLMKLVNNAFIDLPAFSPNISWWNFGSLLGICLILQILTGLF
CYB_TRANA MTNIRKSHPLMKLVNNAFIDLPAFSPNISWWNFGSLLGICLILQILTGLF
CYB_LOXAF MTHIRKSHPLKILNKSEIDLPTPSNISWWNFGSLLGACLIITQILTGLF
c o n s e n s u s M t n I R R k S H P L m K I L N n a F i D L P a P S N I S s W W N F G S L L G i C L I l Q I L T G L F

CYB_STELO LAMHYTPDPTTAFSSVAHICRDVNYGWFTRYLHANGASMPFFICYAHMGR
CYB_STEAT LAMHYTPDPTTAFSSVAHICRDVNYGWFTRYLHANGASMPFFICYAHMGR
CYB_HIPAM LAMHYTPDPTTAFSSVTHICRDVNYGWIIRYMHANGASIPFFICLFTHVGR
CYB_TAYTA LAMHYTPDPTTAFSSVTHICRDVNYGWIIRYMHANGASMPFFICLFTHVGR
CYB_SHEEP LAMHYTPDPTTAFSSVTHICRDVNYGWIIRYMHANGASMPFFICLFTHVGR
CYB_DAMDA LAMHYTSDTMTAFSSVTHICRDVNYGWIIRYMHANGASMPFFICLFTHVGR
CYB_BOVIN LAMHYTSDTMTAFSSVTHICRDVNYGWIIRYMHANGASMPFFICYMVEGR
CYB_TRANA LAMHYTSDTMTAFSSVTHICRDVNYGWIIRYMHANGASMPFFICYMVEGR
CYB_LOXAF LAMHYTPDPTTAFSSMSHICRDVNYGWIIRQLHNGASIPFFICLYITHGR
c o n s e n s u s L A M H Y T p D T t T A F S S v t H I C R D V N Y G W I I R y m H a N G A S m F F i C L y i H V G R
```

Concluído Internet

17. São voltar para a tela do item 15, esteja certo de que o alinhamento ainda esteja selecionado e clique no botão *DRAWTREE*. Aparecerá um cladograma não enraizado (*unrooted tree*). Clique *RETURN* para voltar à tela do item 15.



19. Com o comando *CLUSTALDIST*, será obtida a matriz de distâncias entre os animais estudados.

The screenshot shows a web browser window titled "Student Interface to the Biology WorkBench CLUSTALDIST - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows the URL "http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py". The main content area displays two sections:

Clustal Distance Matrix

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
CYB_STELO	(1)	0.000	0.016	0.111	0.127	0.140	0.137	0.119	0.137	0.222
CYB_STEAT	(2)	0.016	0.000	0.116	0.129	0.140	0.145	0.124	0.137	0.220
CYB_HIPAM	(3)	0.111	0.116	0.000	0.106	0.124	0.121	0.098	0.108	0.217
CYB_TAYTA	(4)	0.127	0.129	0.106	0.000	0.108	0.121	0.103	0.116	0.209
CYB_SHEEP	(5)	0.140	0.140	0.124	0.108	0.000	0.084	0.087	0.098	0.222
CYB_DAMDA	(6)	0.137	0.145	0.121	0.121	0.084	0.000	0.082	0.100	0.230
CYB_BOVIN	(7)	0.119	0.124	0.098	0.103	0.087	0.082	0.000	0.079	0.212
CYB_TRANA	(8)	0.137	0.137	0.108	0.116	0.098	0.100	0.079	0.000	0.206
CYB_LOXAF	(9)	0.222	0.220	0.217	0.209	0.222	0.230	0.212	0.206	0.000

Raw Phylip format tree

```
(
(
(
(
CYB_STELO:0.00660,
CYB_STEAT:0.00923)
:0.05736,
CYB_HIPAM:0.04818)
:0.00642,
CYB_TAYTA:0.05361)
:0.00081,
(
(
(
CYB_SHEEP:0.04079,
CYB_DAMDA:0.04365)
:0.00904,
CYB_BOVIN:0.03318)
:0.00244,
CYB_TRANA:0.04440)
```

The browser status bar at the bottom shows "Concluído" and "Internet".

Obs: Esse estudo permanecerá armazenado no site do BW.