



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO,
FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**



NATÁLIA RODRIGUES DA SILVA

**Uma proposta de ensino da diversidade zoológica através
de uma abordagem filogenética**

**Salvador
2017**

NATÁLIA RODRIGUES DA SILVA

**Uma proposta de ensino da diversidade zoológica através
de uma abordagem filogenética**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre.

Área de Concentração: Educação Científica e Formação de Professores de Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Rosiléia Oliveira de Almeida.

Coorientadores: Prof. Dr. Charbel Niño El-Hani e Prof. Dr. Adolfo Ricardo Calor.

**Salvador
2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Silva, Natalia Rodrigues

Uma proposta de ensino da diversidade zoológica
através de uma abordagem filogenética / Natalia
Rodrigues Silva. -- Salvador, 2017.

130 f. : il

Orientador: Rosiléia Oliveira Almeida.

Coorientador: Adolfo Ricardo Calor.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Ensino, Filosofia e História das Ciências) --
Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Educação,
2017.

1. Design research. 2. Ensino de zoologia. 3.
Filogenia. 4. Sequência didática.. I. Almeida,
Rosiléia Oliveira. II. Calor, Adolfo Ricardo. III.
Título.

NATÁLIA RODRIGUES DA SILVA

**Uma proposta de ensino da diversidade zoológica através
de uma abordagem filogenética**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências, na área de concentração em Educação Científica e Formação de Professores, Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, avaliada pela seguinte banca examinadora.

Banca Examinadora

Charles Morphy Dias dos Santos
Universidade Federal do ABC - UFABC
Doutor em Ciências

Nei de Freitas Nunes Neto
Instituto de Biologia - UFBA
Doutor em Ecologia

Rosiléia Oliveira de Almeida - orientadora
Faculdade de Educação - UFBA
Doutora em Educação

Charbel Niño El-Hani - coorientador
Instituto de Biologia – UFBA
Doutor em Educação

Adolfo Ricardo Calor - coorientador
Instituto de Biologia - UFBA
Doutor em Ciências

Dedico este trabalho

À minha mãe, e à memória de minha avó.

Aos meus irmãos de sangue e alma e aos que a vida trouxe para o coração.

Aos meus amigos, colegas e a todos que acreditaram e me incentivaram.

Aos seres vivos e à Natureza, fonte eterna de inspiração, curiosidade e felicidade.

AGRADECIMENTOS

Tenho tantos agradecimentos...

Desde que tracei esse caminho do mestrado, muitas coisas aconteceram, muitas pessoas se foram, outras passaram e outras chegaram para ficar na minha vida.

E, como dizem, cada um que cruza nosso caminho deixa alguma coisa de si e leva um pouco de nós. A todos o meu obrigado pelo enriquecimento, vivências e por me apresentarem três palavras que vivenciei e agora habitam em mim: resiliência, ressignificação e empoderamento. E ainda está sendo um caminho de grande enriquecimento, possibilidades e conhecimentos.

Que venham mais estudos e trabalhos. “Vamos que vamos!”

Primeiramente agradeço a minha família pelo carinho, apoio e cuidados: Mãe, Paulo de Tarso (mano Paulinho) e minha July (Juliana).

A Daniela (Dany), minha amiga-irmã, pela amizade há 26 anos, pelo estímulo, doses de bom-humor, confidências e inteligência diárias e por estar na minha vida em todos os momentos.

Ao "FOCA" (Anna Cássia, Thiago e Cássia), onde, faça chuva ou faça sol, estamos juntos e cercados de "doces mais doces que a batata-doce". Agradeço a cada um pelo auxílio específico. Amo-os e também sou grata pelos momentos, histórias e viagens vividos juntos.

A minha “nega lora”, Anna Cássia, obrigada pela cumplicidade, estímulo, auxílio, amizade, risadas e companheirismo no lazer e no trabalho... nos bons e maus momentos.

A minha orientadora Rosiléia, "a lady", que com seu jeitinho mineiro, me orientou e auxiliou na organização deste trabalho, sempre com bom humor e amizade.

A Charbel pelo aprendizado enriquecedor em vários temas.

A Adolfo, por me apresentar o caminho diversificado da abordagem filogenética pela qual estou apaixonada.

A Charles Morphy pelas ricas contribuições e por me indicar a trajetória do conhecimento evolutivo e filogenético.

Ao professor Nei, pelas contribuições pertinentes e valiosas, ao mesmo tempo que me provocou inúmeras reflexões e me mostrou os caminhos ("éticos" e as "dimensões") das pedras...

A Ana Paula, "uma querida", com sua amizade, inteligência e doçura.

Aos professores do Mestrado, Deinha (linda, doce), Charbel, Mattedi, entre outros.

Aos colegas do Mestrado, pelas ricas discussões, bons papos e pelas boas risadas (Moisés, o "príncipe", Letícia, Ítalo, Wanderson entre outros).

A todos os colegas, conhecidos e amigos que torceram por mim e vibraram positivamente pela conclusão do curso e, conseqüentemente, deste trabalho.

E como não mencionar o motivo de toda essa história ter acontecido, os alunos que me inspiram e possibilitam essa intervenção didática, em especial a Lucas, cuja pergunta inspirou o antes e o depois da SD (sequência didática).

Bem aventurados os que aprenderam a ver, no mundo selvagem da natureza, algo para amar, algo com que se maravilhar, algo para reverenciar, pois encontram a chave para uma fonte inesgotável de recreação e renovação.

Hugh B. Cott, *Adaptive Coloration in Animals* (1940).

RESUMO

Diante das dificuldades apresentadas no ensino de zoologia, novidades educacionais que estimulem e favoreçam o aprendizado sobre diversidade dos seres vivos são bem-vindas. Entre inúmeras propostas e pesquisas nessa área de ensino, há alguns anos a sistemática filogenética figura com frequência em artigos científicos (LOPES; STEVAUX, 2007; OLIVEIRA et al., 2011) e passou a constar do livro didático também. A abordagem filogenética é uma metodologia de reconstrução do parentesco entre os seres vivos, podendo ser utilizada para facilitar o estudo da Evolução no ensino médio. A abordagem foi aplicada a uma sequência de aulas de zoologia sem recorrer a algoritmos, mas utilizando alguns conceitos básicos com a intenção de promover a compreensão geral de parentesco entre os grupos estudados, aliando conceitos de evolução e embriologia, especialmente homologia. Consideramos que a inclusão desta abordagem, dando enfoque para conceitos evolutivos, pode auxiliar a aprendizagem sobre diversidade zoológica de organismos. A sequência didática foi elaborada e aplicada por um grupo colaborativo de professores-pesquisadores da Universidade Federal da Bahia e de uma escola da educação básica, o Colégio da Polícia Militar da Bahia, localizado em Dendezeiros, Salvador - Bahia. A metodologia aplicada teve como aporte teórico o *design research*. A coleta de dados utilizou dados qualitativos e quantitativos, mediante questionários e transcrições de filmagens de situações de sala de aula. Os resultados sugerem que a proposta de sequência didática foi satisfatória, pois pudemos observar uma relação positiva entre o escore total e os escores parciais, para os resultados gerais do teste, reforçando a interpretação de que houve ganhos importantes de compreensão tanto sobre Filogenia e Evolução, como sobre Zoologia. Apesar de indícios de aprendizagem do conteúdo pelos estudantes, a sequência apresenta desafios e limites que poderão ser resolvidos em novos protótipos, pois a intervenção é de fato generalizável, permitindo que outros pesquisadores e professores de Biologia a apliquem com modificações de acordo com o contexto de ensino.

Palavras-chave: *Design research*, Ensino de zoologia, Filogenia, Sequência didática.

ABSTRACT

In face of difficulties presented by zoology teaching, educational novelties that favor and stimulate learning about the diversity of living beings are more than welcome. Among several proposals and researches on this field, for quite some years, systematic phylogeny figures frequently in scientific papers (LOPES; STEVAUX, 2007; OLIVEIRA et al., 2011) and also has been included in Science textbooks. Systematic phylogenetics is a methodology of reconstruction ancestry relations of living beings that can be used to aid teaching of evolution in secondary classrooms. This approach was used in a didactic sequence for teaching zoology with an evolutionary approach without recurring to algorithms but using basic concepts in order to promote a general idea of the relationship between studied groups along with evolutionary and embryological concepts, mainly common ancestry. We consider that the inclusion of this approach, focusing on evolutionary concepts, can aid teaching about zoological diversity. The teaching sequence was developed and applied by a teacher-researcher collaborative group of Federal University of Bahia (UFBA) and secondary teachers of Colégio da Polícia Militar – Dendezeiros in the city of Salvador, Bahia State, Brazil. We used the theoretical and methodological framework of Design Research throughout our study. Data collection comprised quantitative and qualitative aspects by means of questionnaires and transcriptions of classroom episodes. Results suggest that the didactic sequence had positive effects on evolution, zoology and phylogeny learning corroborated by statistical test. Even though there are strong evidences of content learning, this teaching sequence presents challenges and questionings that could be solved in new prototypes since the intervention is in fact suited for generalization allowing other biology teachers and researchers to make their own adjustments and prototypes according to their teaching contexts.

Key words: Design research; Teaching of zoology; Phylogeny; Didactic sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Iconografia canônica da evolução	37
Figura 2. Wili Henning	41
Figura 3. Livro Phylogenetic Systematics	41
Figura 4. Charles Robert Darwin	42
Figura 5. Tree of life ou “árvore da vida”	47
Figura 6. Cladograma	50
Figura 7. Iconografia popular da evolução	51
Figura 8. Iconografia correta da evolução	51
Figura 9. Histograma de frequência dos escores no Q1	60
Figura 10. Histograma de frequência dos escores no Q2	61
Figura 11. Histograma de frequência dos escores no Q3	61
Figura 12. Figuras da DIZi	67
Figura 13. Fases de desenvolvimento embrionário	69
Figura 14. Fases de desenvolvimento embrionário - Gástrula e Nêurula	70
Figura 15. Início do cladograma	70
Figura 16. Surgimento do Bilatérios	71
Figura 17. Origem dos Poríferos	71
Figura 18. Origem dos protostômios	72
Figura 19. Relações filogenéticas entre os invertebrados	72
Figura 20 Triblásticos e origem do celoma	72
Figura 21 Origem dos deuterostômios	73
Figura 22 Cladograma	74
Figura 23. Cladograma	74
Figura 24. Gráfico de dispersão dos escores parciais dos questionários	76
Figura 25. Gráfico de dispersão dos escores totais dos questionários	77
Figura 26 Gráfico de dispersão dos escores parciais dos questionários	77
Figura 27. Genes <i>Hox</i>	130
Figura 28. Genes <i>Hox</i>	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados do teste de normalidade - Shapiro-Wiki	60
Tabela 2 – Resultados do teste de homogeneidade da variância	62
Tabela 3 – Resultados da Ancova	76
Tabela 4 – Comparação entre os percentuais de acertos das questões e os cenários	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Expectativas de ensino e de aprendizagem	119
Quadro 2. Resumo da sequência didática (SD)	122
Quadro 3. Planejamento semanal das atividades da sequência didática (SD)	127

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ComPrática – Comunidade de Prática

CoPPEC – Colaboração em Pesquisa e Prática em Educação Científica

EF – Ensino Fundamental

EM – Ensino Médio

GCPEC – Grupo Colaborativo de Pesquisa em Ensino de Ciências

LEFHBio – Laboratório de Ensino, Filosofia e História da Biologia

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

SD – Sequência Didática

TDC – Textos de Divulgação Científica

UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana

UFBA – Universidade Federal da Bahia

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
<i>1 Origem do problema de pesquisa</i>	18
<i>2 Grupo Colaborativo: da professora à professora-pesquisadora</i>	21
<i>3 Experiência com a abordagem filogenética</i>	24
<i>4 Construção do problema de pesquisa - Abordagem filogenética</i>	25
<i>5 Pesquisa de design educacional (Educational Design research)</i>	27
<i>6 Pergunta e objetivos da pesquisa</i>	29
<i>7 Organização da dissertação</i>	29
CAPÍTULO 1 – ABORDAGEM FILOGENÉTICA NO ENSINO DE ZOOLOGIA	31
<i>1.1 Dificuldades no ensino de Ciências e Biologia</i>	31
<i>1.2 Proposta de utilização da abordagem filogenética no ensino de zoologia</i>	33
<i>1.3 Ensino de zoologia - Breves considerações e contradições</i>	34
<i>1.4 Histórico - Classificação</i>	39
<i>1.5 Evolução</i>	41
<i>1.6 Abordagem evolutiva e filogenética no ensino de zoologia - Uma boa opção?</i>	45
CAPÍTULO 2 – PESQUISA DE DESIGN EDUCACIONAL, CONTEXTO DA PESQUISA E ASPECTOS METODOLÓGICOS	
<i>2.1 Pesquisa de design educacional e estudos de desenvolvimento</i>	53
<i>2.2 Sistematizações dos princípios de planejamento</i>	56
<i>2.3 Desenho metodológico e investigação da sequência didática</i>	58
<i>2.3.1 Coleta de dados</i>	58
<i>2.3.2 Análise de dados</i>	59
<i>2.3.3 Descrição do contexto da pesquisa</i>	63
<i>2.4 Elaboração e aplicação da sequência didática</i>	65
<i>2.5 A Sequência Didática</i>	66
CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
<i>3.1 Teste de hipótese</i>	76
<i>3.2 Análise geral do processo de compreensão conceitual ao longo da SD</i>	78
<i>3.2.1 Filogenia</i>	79
<i>3.2.2 Características específicas dos invertebrados</i>	81
<i>3.2.3 Evolução dos sistemas</i>	82

<i>3.2.4 Evolução</i>	83
<i>3.2.5 Relação entre invertebrados e saúde individual e coletiva</i>	87
<i>3.2.6 As relações ecológicas dos invertebrados</i>	88
CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
REFERÊNCIAS	95
APÊNDICES	101
Apêndice A	101
Apêndice B	119
Apêndice C	122
Apêndice D	126
ANEXOS	130
Anexo A	130

APRESENTAÇÃO

“Professora, de onde vem o cavalo?”

A presente dissertação relata os resultados de uma investigação implementada em uma unidade didática, no contexto real da sala de aula, cujo objetivo era avaliar as possíveis características que uma sequência didática¹ deve ter para propiciar a aprendizagem sobre diversidade zoológica de invertebrados na disciplina biologia na segunda série do ensino médio (EM). O problema de pesquisa em questão emergiu da forma como o conteúdo de zoologia tradicionalmente é abordado em salas de aula da segunda série do EM, baseado num ensino tradicional transmissivo, que tem como foco a memorização de conteúdos conceituais. Como solução para tal problema, apostamos na abordagem filogenética como uma metodologia de ensino que faça o diferencial e que permita deslindar a diversidade animal e diminuir a lacuna: falta de motivação para aprendizagem da zoologia por conta do ensino conteudista e baseado na memorização.

Tal problema acerca da dificuldade no ensino de zoologia está presente na realidade de muitos professores e, como tal, também foi vivenciada por mim e meus colegas da escola na qual leciono e do grupo de pesquisa, o grupo de Colaboração em Pesquisa e Prática em Educação Científica (CoPPEC²) que integro e também o FOCA³. Desta forma, julgo ser um problema legítimo para o qual se faz necessário buscar uma solução.

Sou formada em licenciatura no curso de Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), e, nesta universidade, percebi, no dia-a-dia das aulas, que muito dos conteúdos que eu estudei no EM eram bem diferenciados dos vivenciados na universidade. Neste ambiente acadêmico, pude acompanhar algumas disciplinas que passaram por modificações e atualizações, o que refletiu e reflete sempre diretamente na formação dos novos

¹Entendemos uma sequência didática como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998).

²O CoPPEC é um grupo integrado por professores da educação básica em exercício, alunos de licenciatura e pesquisadores da universidade formado numa comunidade virtual de práticas focada no ensino, a ComPratica (EL-HANI; GRECA, 2011).

³O Foca é um grupo de pesquisa, não institucionalizado, que emergiu do CoPPEC, O grupo é formado por três professoras-pesquisadoras da educação básica, que lecionam e fazem pesquisa na referida escola e também do grupo um pós-graduando que apresenta ampla experiência em pesquisa. Atualmente, as três professoras-pesquisadoras que integram o Foca estão fazendo pós-graduação, sendo uma delas a autora desse trabalho.

professores, porém ainda não resolve os problemas de aprendizagem enfrentados pelo professor em sala de aula. As novidades nos conteúdos científicos trabalhados na graduação não necessariamente são suficientes para diminuir ou eliminar a lacuna entre o que é aprendido na formação e o que será ensinado pelo profissional da educação (LEITE, 2010).

1 Origem do problema de pesquisa

Foi no ensino médio, nas aulas de Biologia, que nasceu minha paixão por essa disciplina, através de dois professores que tornavam as aulas de citologia, zoologia, genética e ecologia encantadoras. E assim fiquei dividida entre cursar Biologia, Medicina Veterinária ou Assistência Social.

Ao finalizar a licenciatura, os professores saem sonhadores, mas ao entrar no exercício da docência encontram um problema sempre vigente: as dificuldades em construir estratégias didáticas que tenham o potencial de promover os processos de ensino e de aprendizagem (MAZZIONI, 2013), ao mesmo tempo em que esse ensino seja interessante, motivador e contextualizado. Entendemos como um ensino contextualizado, aquele que promove a conexão das experiências vividas pelos estudantes com os conhecimentos passados em sala de aula, diminuindo a lacuna entre o que é transmitido e o que é aprendido e, principalmente, a resistência à aprendizagem. Ou seja, ele favorece a realização do processo de ensino e de aprendizagem, pois como dito por Paulo Freire (1996), o ato de ensinar vai muito além de transferir conhecimento; o professor deve apresentar a seus alunos a possibilidade para a construção e a produção de seu próprio saber, ao mesmo tempo que tanto o professor como o aluno aprendem nesse processo. Para Paulo Freire, “o papel do professor e da professora é ajudar o aluno e a aluna a descobrirem que dentro das dificuldades há um momento de prazer, de alegria” (2003, p. 52). Para tanto, torna-se prioritário a prática do diálogo em que ambos, educador e educando, através da realização de seus objetivos, tenham acesso ao saber historicamente elaborado pelo exercício cultural da humanidade. Ainda de acordo com Paulo Freire (2003, p. 177) “O educador ou educadora como um intelectual tem que intervir. Não pode ser um mero facilitador”, visto ser um articulador do processo ensino e aprendizagem.

Entendemos que para que exista um ambiente de aprendizagem contextualizada, é necessária uma via dupla: o professor de um lado e o estudante na outra ponta. Ao primeiro espera-se um planejamento com didáticas, metodologias e atividades, promovendo assim a ligação do intelectual com o afetivo do estudante. Ao segundo, cabe participar ativamente das

aulas e não ser um mero observador passivo, e além de ser capaz de resolver problemas, espera-se que ele possa fazer a ponte entre o conhecimento e a realidade do seu dia-a-dia, sendo considerados os estágios de construção do conhecimento (MORIN, 1999). Concordamos com Silva (2013, p. 8), quando a autora cita que “a contextualização tem muito a ver com a motivação do aluno, por dar sentido àquilo que ele aprende, fazendo com que relacione o que está sendo ensinado com sua experiência cotidiana”. Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB (BRASIL, 1996), a contextualização vincula o conhecimento à sua origem e à sua aplicação e entrou em pauta com a reforma do ensino médio, que preconiza a compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano. Como apoio dessas ideias, os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) possuem como um dos dois eixos principais: a contextualização, requerendo a intervenção do estudante, e não somente a do professor, em todo o processo de aprendizagem (BRASIL, 2000).

No ensino de Biologia não é diferente. Ser professor ou professora dessa disciplina requer superar o preconceito e o estereótipo de que biologia é uma disciplina “chata”, “decoreba”, cheia de termos difíceis (LOPES, 2007), sendo essa uma das maiores dificuldades no EM. Esta realidade também é vista no ensino e aprendizagem da zoologia, significando transpor as mesmas barreiras. Foi esta dificuldade que eu encontrei há 21 anos, na carreira de professora de ciências e biologia da educação básica, após sair do curso de licenciatura em Ciências Biológicas e enfrentar, pela primeira vez, uma sala de aula em uma escola da rede particular de ensino.

Segundo Amorim e Leyse (2009), o professor assume de imediato um compromisso com a formação, escolarização, instrução e educação de seus alunos. De fato, foi essa reflexão e experiência que vivenciei ao ingressar no universo real da sala de aula e assumir o meu papel como educadora: a responsabilidade de ensinar e planejar estratégias de ensino de uma forma que favoreça a aprendizagem durante as aulas de ciências e de biologia, permitindo que os alunos tenham o contato, seja na teoria ou prática, com a ciência e com as explicações científicas sobre os seres vivos.

Ao longo da minha prática docente, observei que vários temas, em especial temas como evolução, plantas e animais, envolviam dificuldades para entendimento pelos alunos, não existindo uma boa receptividade por parte dos mesmos acerca desses temas. Também percebi a carência de bons materiais didáticos que pudessem servir de apoio para o professor, principalmente materiais sobre zoologia. Em se tratando de zoologia, percebi que seus conteúdos estavam dissociados de outros temas, entre eles evolução e embriologia, que, se estivessem concomitantes, auxiliariam demasiadamente o entendimento do processo de origem

da diversidade e todas as suas peculiaridades. Porém, conteúdos relativos a evolução e embriologia se encontravam distantes dos conteúdos de zoologia, por estarem no planejamento curricular de séries diferentes.

Nessa trajetória docente por algumas escolas da rede particular de ensino, no início da carreira, e posteriormente das redes públicas municipal e estadual, a desmotivação, aliada a uma sensação de insatisfação com o currículo, com as estratégias de ensino disponíveis e, conseqüentemente, com a minha própria prática docente, passaram a me acompanhar, mesmo quando introduzia alguns recursos audiovisuais para motivar a aula.

Apesar de ter vivenciado algumas questões na minha vida docente, tais como: mudanças frequentes de escolas; lecionar em muitas séries diferentes; desenvolver vários planejamentos; políticas escolares referentes à gestão que interferem, em geral, no trabalho pedagógico; dentre outros, contudo, o problema que gerou a minha motivação intrínseca em buscar uma mudança significativa na minha prática ocorreu durante uma aula de biologia na segunda série do EM numa escola da rede pública na qual leciono atualmente. Nesta aula, em que eu discorria sobre as características do grupo Platelminhos, um aluno bastante inquieto me questionou sobre a origem do cavalo em plena aula sobre o grupo dos vermes citado, com a seguinte pergunta: - “Professora, de onde vem o cavalo?”. Tal questionamento, repetido na aula subsequente, me causou desconforto e inquietação, pois pelo plano de aula do ensino tradicional de zoologia, que segue à risca a classificação de Lineu, e sua ordem hierárquica dos grupos, as explicações sobre o cavalo só deveriam ocorrer nas aulas subsequentes sobre a classe mamíferos, dentro de Cordados, ou seja, aproximadamente duas ou três semanas depois da aula sobre Nematelmintos, como constava do planejamento escolar. Mas se atentamos para a classificação no molde linneano, não é abordado a origem ou diferenças entre os organismos. E, certamente, nas aulas sobre mamíferos a questão sobre a origem do cavalo não seria tratada, frustrando a expectativa do aluno.

Entende-se que a aula sobre mamíferos, dentro do planejamento normalmente adotado pela maioria das escolas, ocorreria na forma tradicional de classificação dos seres vivos, com a abordagem das características gerais do grupo, suas subdivisões em cinco classes, aspectos peculiares e curiosidades durante o “desfile” de exemplares. Desta forma, a origem do cavalo e sua relação com os demais animais seriam omitidas, pois as aulas seguiriam uma visão diretiva, em que os organismos estudados pareceriam imutáveis e não como dita a proposta desse trabalho, do uso de uma abordagem filogenética. Além disso, o sistema de classificação utilizado, a classificação tradicional que consta do planejamento e do conteúdo didático da maioria dos livros de zoologia, serviria para proporcionar a memorização das características

gerais dos grupos dos animais (AMORIM, 2002; SANTOS; CALOR, 2007; LOPES, 2006) e de uma lista de nomes dos organismos vivos, sem conexão entre o tempo ou entre eles, que os alunos utilizariam para responder questões nas avaliações escolares. Hoje sabe-se que como apoio da sistemática filogenética, os docentes de Biologia e especialmente aqueles que cursaram uma zoologia com essa abordagem filogenética, podem resolver esse dilema (assim como passei a fazer a partir da minha sequência), e responder ao questionamento do aluno. Para isso, basta fazer uma referência ao ancestral em comum entre os Nematelmintos (próximo grupo a ser abordado após os Platelmintos, seguindo o planejamento traçado) e Mammalia, extinto provavelmente 600 milhões de anos, que é o ancestral comum do Bilateria. Assim tanto cavalos como vermes cilíndricos derivam desse mesmo ancestral, tendo seguido por caminhos evolutivos diferentes.

Vale ressaltar que a frase apresentada no início da apresentação desta dissertação, e que foi citada por um aluno em aula, é responsável pelo estímulo, que levou aos questionamentos e ao delineamento da pesquisa que dá origem a este trabalho: o problema de pesquisa, o planejamento, a implementação e a análise da sequência didática, a produção de instrumentos de coleta de dados, a produção de materiais didáticos etc.

Esperamos com essa sequência didática que, além de seus princípios serem generalizáveis para outros contextos e planejamentos, a mesma possa auxiliar outros docentes no processo de ensino-aprendizagem (SARMENTO et al., 2011), dinamizando o processo de aprendizagem, o aluno e o conhecimento. É nossa expectativa, ainda, que o professor possa utilizar desta liberdade de modificar e organizar sua aula, mesmo tendo que enfrentar os limites programáticos e o tempo de aula, entre outras questões.

2 Grupo Colaborativo: da professora à professora-pesquisadora

No final de 2007, tive contato pela primeira vez com uma comunidade de prática, estruturada com o objetivo de diminuir a lacuna pesquisa-prática na educação em biologia (EL-HANI; GRECA, 2011, 2013), conhecida como ComPrática, a convite de Anna Cassia Sarmento, até então amiga e também professora de biologia da escola na qual leciono, que, por sua vez, também havia sido convidada por Valter Pereira, outro colega da escola, para participar de uma reunião da ComPrática no Laboratório de Ensino, Filosofia e História da Biologia (LEFHBio) da UFBA. Após algumas reuniões passei a integrar essa comunidade, onde conheci outros professores engajados também na busca de motivação e soluções para a problemática

educacional. Passei a frequentar as reuniões, os grupos de estudos e, posteriormente, a participar dos seminários de apresentação das pesquisas educacionais realizadas por cada membro do laboratório, juntamente com meus colegas da escola, de outras escolas da educação básica, com os professores acadêmicos e pós-graduandos do LEFHBio. Nestas reuniões, pude me inteirar de discussões relevantes para o ensino de Ciências assim como participar do movimento de aproximação entre a universidade e o ensino básico. Pude, ainda, trocar experiências enriquecedoras e desenvolver propostas de inovações educacionais para incrementar a prática docente por meio da pesquisa colaborativa, estudando e me atualizando sempre no campo da pesquisa em educação.

A ComPrática é uma comunidade de prática que reúne pesquisadores, pós-graduandos e graduandos ligados a três grupos de pesquisa (Laboratório de Ensino, Filosofia e História de Biologia – LEFHBio, coordenado pelo Prof. Charbel Niño El-Hani no Instituto de Biologia da UFBA; Grupo Colaborativo de Pesquisa em Ensino de Ciências – GCPEC, coordenado pela Profa. Cláudia Sepúlveda no Departamento de Educação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS); e Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciência e Matemática – ENCIMA, representado pela Profa. Rosiléia Oliveira de Almeida no Departamento de Educação II da UFBA), além de professores de ciências e biologia em serviço e formação inicial. Foi construída no sistema de gerenciamento de cursos Moodle™ (<http://moodle.org>), um software livre largamente usado na UFBA, que constitui um ambiente cooperativo de aprendizagem permitindo comunicação multidirecional, seja de forma assíncrona, por meio de fóruns, ou síncrona, por intermédio de chats, utilizados para discutir, colaborativamente, sobre determinado tópico na área de ensino de ciências (SEPULVEDA et al., 2014). Focada no ensino de Biologia, a comunidade foi inicialmente organizada em torno de cinco fóruns: (1) fórum de notícias; (2) fórum sobre ensino de evolução; (3) fórum sobre ensino de ecologia; (4) fórum sobre ensino de genética e biologia celular & molecular; (5) fórum sobre didática das ciências (EL-HANI; GRECA, 2011). Ao longo da história da comunidade, em resposta a demandas e contribuições dos seus membros, foram criados outros cinco fóruns: (6) fórum sobre ensino de botânica; (7) fórum sobre sequências didáticas e planos de aula; (8) fórum sobre comunidades de prática e estágio supervisionado; (9) fórum sobre estratégias de respostas a editais de financiamento por escolas da educação básica; (10) fórum de divulgação de cursos e eventos (SEPULVEDA et al., 2014).

Mediante o exposto acima, vale ressaltar que toda essa reflexão crítica sobre minha prática educativa, a angústia gerada pelo questionamento do aluno e a busca de mudanças, especialmente de uma melhor proposta de ensino que favorecesse uma resposta para o aluno,

ou seja, a aprendizagem adequada sobre a origem, relações, características comuns e diferenças entre os grupos de invertebrados, encontraram suporte numa proposta interessante de aliar o método da sistemática filogenética ao ensino de diversidade zoológica, modificando a abordagem tradicional de ensino com foco na memorização de conteúdos conceituais. Dentro da disciplina de zoologia, a escolha por uma sequência com o conteúdo conceitual de invertebrados ocorreu justamente por ser este o assunto mais extenso dentro da zoologia, que trata dos oito (8) grupos de não-vertebrados ou invertebrados (poríferos, cnidários, platelmintos, nematelmintos, anelídeos, moluscos, artrópodes, equinodermos). Abro um parêntese para explicar que houve uma escolha didática para abordar esses grupos de invertebrados de uma forma mais simples e geral, assim como são vistos no livro didático (livro-texto) adotado pelo colégio onde foi realizada a sequência didática, e por isso algumas informações foram supridas, tais como: mencionar que os “nematelmintos não são monofiléticos”; outra observação, o professor aplicador da sequência citou a existência de outros grupos de invertebrados, além dos visualizados e estudados, mas que não seriam citados. Diferentemente do livro didático ou demais referências comuns na internet, os alunos visualizaram o cladograma dos invertebrados, na versão mais atualizada, comparando os grupos-irmãos na linhagem filogenética desejada, de acordo com a origem monofilética dos grupos.

Tradicionalmente o ensino ocorre segundo a classificação tradicional e essencialista (LOPES; VASCONCELOS, 2012), mas deveria ser abordada considerando os atributos compartilhados, ou seja a ancestralidade comum. O que iria requer menos a memorização de características por parte dos alunos que desconhecem a maioria dos exemplares e a importância dos mesmos. Surgiu, então, a necessidade real de investigar, através de uma pesquisa situada na sala de aula, uma inovação educacional que tivesse o potencial de promover aprendizagem sobre diversidade zoológica de invertebrados dentro da disciplina biologia na segunda série do EM, por meio de uma abordagem filogenética, que permitisse a compreensão do princípio da ancestralidade e que existem seres com diferenças e semelhanças e que não existe um modelo único de ser vivo.

Essa investigação se tornou possível a partir do auxílio dos meus orientadores e dos amigos dos grupos colaborativos de pesquisa CoPPEC, GCPEC e FOCA.

Quando ingressei no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das ciências (PPGEFHC), já tinha minha proposta de pesquisa em construção, e ela teve sua origem em conversas com meus orientadores e amigos do CoPPEC e do FOCA. Aliado a isso, existia o desejo de desenvolver propostas de ensino que promovessem a compreensão

de assuntos importantes para o entendimento da vida, tais como zoologia e evolução biológica, que com o passar do tempo foi ganhando delineamentos com o movimento de investigação sobre a temática.

Mas esse processo de modificação atitudinal evidencia que a busca de soluções para questões do ensino, por meio de pesquisa sistemática, motiva o professor e acaba, conseqüentemente, influenciando na sua prática e refletindo na motivação e na aprendizagem do aluno. Uma sensação fantástica e uma condição de empoderamento tomaram conta do meu comportamento e reflexão sobre a minha prática, abrindo possibilidades para uma tomada de consciência acerca das minhas limitações, qualidades e das mudanças necessárias para projeções sobre minha prática docente, a importância e a contribuição da minha formação como professora-pesquisadora para a produção de conhecimento legítimo para a área educacional.

3 Experiência com a abordagem filogenética

A sistemática filogenética passou a fazer parte do quadro das disciplinas do curso de Licenciatura em Biologia da UFBA em 2002. Contudo, eu já havia terminado a minha graduação em 1994 e já lecionava há nove anos. Portanto, a sistemática filogenética não foi só uma novidade como inclusão no plano de aula de zoologia como também um assunto novo para aprender. Eu diria, uma odisséia: aprender para ensinar o aluno a aprender. À medida que aprofundei na literatura sobre o assunto, me surpreendi com as descobertas acerca do tema, da ligação entre a evolução das espécies, das relações de parentesco entre os grupos, da terminologia, novos conceitos e a importância da árvore da vida para a diversidade dos seres vivos. Lamentei não ter tido o contato com filogenia durante as aulas na graduação, ao tempo em que me apaixonei e descobri ser esse o elo que faltava inclusive para responder ao meu aluno sobre “de onde vieram os cavalos”. Eu só tinha uma breve noção sobre árvore da vida no pensamento evolutivo, que não bastava para o propósito da aula naquele dia em que fui questionada sobre a origem do cavalo. Faltou-me uma base teórica, significados dos conceitos como cladogênese, sinapomorfia, anagênese, e outros conceitos relacionados a teoria evolutiva, entre outros, que permitisse trabalhar outra classificação biológica que intermediasse o conceito evolutivo, como no modelo proposto por Hennig, que organiza em diagramas ou dendogramas ramificados, as relações filogenéticas (SANTOS; CALOR, 2007).

Esse método busca inferir hipóteses acerca das características evolutivas em comum entre as espécies e suas possíveis origens, e condiz com o pensamento idealizado por Darwin.

No Brasil, há vários zoólogos que contribuíram deveras com o estudo e divulgação da zoologia. Entre eles, Paulo Vanzolini e Nelson Papavero.

A teoria da evolução, a partir do século XIX, trouxe a noção de ordem e relações entre os seres vivos (GUIMARÃES, 2005), e Haeckel utilizava o termo filogenia, passando a utilizar o conceito de ancestralidade comum, enquanto constrói as árvores evolutivas. A proposta de reconstruções evolutivas de Hennig de maneira menos subjetiva, foi divulgada a partir de 1966, na Inglaterra (versão modificada) e, no Brasil, só foi introduzida mais de dez anos depois, nos cursos de pós-graduação em Sistemática e Taxonomia (KLASSA; SANTOS, 2012). Sendo uma novidade científica, demorou mais de 20 anos para chegar aos cursos de graduação e mais dez anos para chegar ao EM. Desde então já são encontradas classificações refletindo hipóteses filogenéticas em livros didáticos, porém sem rigor e, especialmente nos livros didáticos do ensino médio, são vistos no início do assunto “zoologia”. Iniciar, assim, um processo de inclusão da filogenia no ensino de diversidade animal no planejamento do segundo ano do ensino médio no meu colégio estadual, foi desafiador, sobrepondo a classificação tradicional enraizada no conteúdo programático do currículo escolar e no livro-texto adotado. Foi uma escolha acertada, pelo ganho de tempo, pela aproximação do conteúdo de diversidade animal com o pensamento evolutivo para os alunos. Porém houve pouca receptividade por parte dos colegas da mesma série e disciplina, talvez por se tratar de um tema relativamente novo e fora do planejamento escolar, do já conhecido ensino tradicional de zoologia. Ou, ainda, por questões de ordem religiosa, pois essa abordagem traz a evolução como meio de obter compreensão sobre as relações de parentesco entre os grupos de seres vivos. Como diria Wilson (2012, p. 67), “a origem da maior parte da biodiversidade biológica é, em suma, um subproduto da evolução”.

4 Construção do problema de pesquisa - Abordagem filogenética

Mediante a dificuldade no ensino e na busca de incentivo para um letramento científico, pelos alunos, que segundo Chassot (2003), pode ser compreendido como domínio de conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para o cidadão desenvolver-se na vida diária, tornou-se evidente a importância de usar uma metodologia que facilitasse a compreensão do processo gerador desse conhecimento, por parte dos alunos que, a frente desse conhecimentos, reflitam, discutam e se posicionam diante desses fatos na sociedade e no ambiente (REIGOSA CASTRO; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2000, CARVALHO, 2004), no caso o conhecimento sobre diversidade biológica, as relações de parentesco e as características

dos seres vivos. Desse modo, trazemos uma aplicação do uso da filogenia em uma intervenção didática para o segundo ano do EM, transponível para outros contextos escolares, desde que se façam as devidas adaptações, inclusive para o sétimo ano do ensino fundamental (EF), série na qual ocorre, pela primeira vez, em muitas escolas, o contato dos alunos com a zoologia.

A Sistemática filogenética é a ferramenta mais utilizada atualmente por cientistas e Biólogos para a compreensão das relações de parentesco entre os seres vivos. A Sistemática filogenética (S.F) juntamente com a embriologia, genética, geologia e biogeografia, entre outras disciplinas de grande importância, são utilizadas para compreensão da Biologia comparada e referenciada na evolução aplicada, visto que utiliza o princípio da ancestralidade comum da vida.

A sistemática filogenética consiste na identificação das relações de parentesco através da geração de hipóteses acerca das similaridades compartilhadas (homologias ou homoplasias) entre os grupos estudados. Através desse ensino, ocorre o aprendizado sobre biodiversidade por meio da compreensão de modificação ocorrida nas relações de parentesco nos grupos estudados. Alguns autores (LOPES, 2005; SANTOS; CALOR, 2007) apostam nessa proposta de ensino baseado na abordagem filogenética.

Essa busca por um recurso metodológico que fosse usado como uma estratégia de ensino para facilitar a conexão entre o ensino de diversidade zoológica e evolução surge diante das dificuldades encontradas pelos professores em transpor a barreira da memorização durante o ensino de zoologia. Nesse ensino, a classificação dos animais é do tipo essencialista, pois usa caracteres que ressaltam as diferenças entre os grupos, gerando a necessidade real de investigar o tema, através de uma pesquisa situada na sala de aula. As potencialidades apresentadas pela abordagem filogenética no que diz respeito ao seu uso como uma estratégia de ensino de diversidade animal de invertebrados enfatiza um processo contínuo de reflexão acerca da sua dimensão epistemológica, principalmente no que diz respeito à sua relação com a evolução.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo investigar as características de uma sequência didática para permitir uma melhor aprendizagem sobre diversidade de animais e as relações de parentesco entre eles. Para tanto apostamos na abordagem filogenética e planejamos uma intervenção, que, além de contemplar a área da abordagem filogenética, pudesse permitir também que outros conteúdos fossem conjuntamente explorados, tais como: diversidade zoológica, embriologia, processos evolutivos e genéticos. Esta opção foi baseada no pressuposto que o incremento desses outros temas pudesse potencializar o ensino e favorecer o aprendizado sobre diversidade zoológica de invertebrados no EM.

5 *Educational Design research* (Pesquisa de design educacional)

Neste artigo, demonstramos mais do que a importância da aplicação da classificação utilizando a sistemática filogenética no ensino médio, mas também defendemos a importância de uma metodologia com suporte teórico para o planejamento de inovações educacionais que visem implementar o ensino de evolução nas aulas de zoologia do ensino médio. Todavia, “deve-se ter em mente que a construção e investigação de inovações educacionais só se constitui, de fato, em uma atividade de pesquisa se esta atividade gerar compreensão teórica sobre o fenômeno pesquisado. Em razão disso, é necessário ter uma questão de pesquisa educacional clara a ser respondida e um desenho metodológico rigoroso e adequado”(Costa,2017).

O referencial teórico-metodológico que apoia o nosso trabalho e pesquisa de design educacional (*Educational Design Research*), que corresponde ao estudo sistemático do planejamento, da implementação, da avaliação e da manutenção de intervenções educacionais como soluções para problemas complexos da prática educacional (THE DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE, 2003; PLOMP, 2009) e tem como objetivo desenvolver uma série de princípios de design que sejam aplicáveis em outros contextos educacionais. Envolve o desenvolvimento iterativo da inovação educacional e validação dos princípios de design por meio de ciclos de testes de diferentes versões ou protótipos em contextos diversos, com número crescente de participantes (professores e alunos) (SILVA et al., 2015). Mas possui outros propósitos, pois além de desenvolver inovações educacionais, pretende ampliar o conhecimento sobre os processos de planejamento e implementação em sala de aula e sobre as características dessas intervenções, que são promissoras para o alcance de determinadas expectativas educacionais. Essa investigação se dá por meio da validação de princípios de planejamento (ou design), os quais são entendidos como produtos teóricos da pesquisa de design educacional, que podem vir a compor uma teoria de ensino específica para um dado domínio (por exemplo, para o ensino de citologia) (PLOMP, 2009).

Esse referencial teórico-metodológico foi adaptado pelo CoPPEC para a investigação de problemas educacionais diagnosticados nas práticas docentes de professores da educação básica (CoPPEC, 2012; ALMEIDA, 2014). Da mesma forma, o referencial também é usado pelo GCPEC⁴.

⁴O GCPEC é coordenado pela Profa. Claudia Sepúlveda no Departamento de Educação da UEFS.

Um dos estudos possíveis de se realizar na pesquisa de design é acerca do desenvolvimento de inovação educacional a fim de resolver problemas complexos da prática educacional. Os estudos de desenvolvimento apresentam três fases: (1) pesquisa preliminar; (2) fase de prototipagem e (3) fase de avaliação.

Na pesquisa preliminar é realizada uma revisão da literatura e o estudo do contexto real de ensino a fim de que seja construído um quadro conceitual que, em diálogo com o conhecimento docente, orientará o estabelecimento de princípios de design iniciais para a construção da intervenção. Assim, os princípios de design que norteiam a construção da sequência didática são derivados da literatura, do processo de pesquisa em ensino de Ciências e do saber docente. Ressaltamos que são os princípios que são avaliados e generalizados, e não a sequência em si, podendo, portanto, ser aplicados e adequados para outro contexto escolar similar ao contexto no qual a pesquisa foi conduzida.

Na fase de prototipagem, os protótipos da inovação educacional são testados e aperfeiçoados por meio de ciclos iterativos de investigação. Ao final de cada ciclo é realizada uma avaliação formativa com o objetivo de fazer reflexões acerca dos resultados parciais para melhorar e refinar a intervenção.

A fase de avaliação, também chamada de semi-somativa, é realizada depois de várias iterações e tem como objetivo concluir se a intervenção satisfaz as especificações pré-determinadas, ou seja, se os objetivos educacionais propostos foram alcançados.

Ao final de um estudo de desenvolvimento são construídos produtos teóricos com potencial de modificar abordagens de ensino, no nosso caso a abordagem sobre ensino de diversidade zoológica que possibilite uma compreensão adequada sobre relações de parentesco.

Tendo como apoio a pesquisa de design educacional a fim de responder a nossa pergunta de pesquisa, construímos alguns princípios de design para o planejamento de um primeiro protótipo de uma sequência didática a qual foi implementada num contexto real de ensino. Com o objetivo de realizar sua avaliação formativa, utilizamos diversos instrumentos de coleta de dados tais como questionários com questões fechadas, filmagens das interações discursivas na sala de aula, questionário sociocultural e socioeconômico aplicado aos estudantes e cadernos de campo escritos pelos professores-pesquisadores. Os objetivos de cada instrumento serão descritos na seção de metodologia.

5 Pergunta de pesquisa

Este trabalho está posicionado no referencial teórico metodológico do *design research* (design educacional), e traz a seguinte pergunta de pesquisa que orienta este trabalho é: quais as características que uma sequência didática (SD) pode apresentar para promover uma melhor compreensão sobre diversidade de animais e as relações de parentesco entre eles, por meio de uma abordagem filogenética no contexto do segundo ano do ensino médio?

6 Organização da dissertação

Esta dissertação está organizada em três capítulos. Foi importante incluir um capítulo introdutório, de apresentação, especificando o tema geral da pesquisa, objetivos, a pergunta da pesquisa e principalmente a origem desta dissertação.

Adiante se encontram os apêndices e anexos. No capítulo 1, a fim de contextualizar, partimos inicialmente de uma introdução sobre as dificuldades no ensino de Ciências e Biologia, nas seções seguintes, discorremos sobre a *Proposta de utilização da abordagem filogenética no ensino de zoologia*, em seguida abordamos as dificuldades no *Ensino de zoologia - Breves considerações e contradições*. Na sequência citamos brevemente sobre a história da classificação biológica, para posteriormente, ser discutida o ensino e a importância da Evolução como eixo orientador da Biologia. Finalizamos com a última seção, “*Abordagem evolutiva e filogenética no ensino de zoologia - Uma boa opção?*” onde discutimos a proposta de inclusão da abordagem filogenética como proposta de ensino usando alguns conceitos básicos e fundamentais para a compreensão das relações de parentesco entre os grupos de invertebrados, ou seja para a aprendizagem de diversidade biológica de invertebrados no segundo ano do ensino médio. .

No segundo capítulo, que conta de três seções, descrevemos o referencial teórico-metodológico, o processo de construção, elaboração e descrição das etapas da SD, assim como os métodos empregados para coleta e análise dos dados. Também expomos o desenho metodológico (incluindo modelos de gráficos usados na análise dos resultados), o contexto de aplicação da SD e a descrição dos princípios abordados.

No capítulo 3 apresentamos os resultados e as discussões do nosso trabalho empírico, ponderando entre os pontos positivos e negativos da sequência didática.

Finalizamos o trabalho, pontuando as considerações finais, contando com a adesão de mais professores da educação básica e que ao se inspirarem nesse trabalho, atuem como pesquisadores de sua prática e novas metodologias.

Em anexo, constam os materiais usados e construídos para serem usados na sequência (questionários, tabelas, imagens e figuras).

A pesquisa em educação tem ganhos frequentes com a pesquisa situada em sala de aula, realizada por professores da educação básica e sua participação legítima na busca de soluções possíveis para problemas educacionais. A pesquisa descrita neste trabalho se consolida como mais uma aquisição para investigações sobre possíveis soluções para problemas do ensino de zoologia, por conseguinte de Biologia, e que traga contribuições para melhorar a qualidade do ensino, além de promover a diminuição da lacuna pesquisa-prática no ensino de ciências e para o desenvolvimento profissional de professores-pesquisadores de Biologia (CoPPEC, 2012).

CAPÍTULO 1

ABORDAGEM FILOGENÉTICA NO ENSINO DE ZOOLOGIA

1.1 Dificuldades no ensino de Ciências e Biologia

A literatura sobre o ensino de Ciências é vasta, com diversas teorias que podem respaldar o trabalho docente na sala de aula, discutindo a formação dos docentes, suas concepções alternativas e epistemológicas sobre ensino, assim como a influência nas suas práticas em sala de aula e na forma como ocorre o aprendizado dos estudantes (CARVALHO; GIL, 1993; TRIVELATO, 1993). Os professores precisam, entre outras coisas, conhecer a matéria a ser ensinada, adquirir o conhecimento teórico sobre aprendizagem, saber preparar e orientar as atividades a serem realizadas na sala pelos estudantes, avaliar e, acima de tudo, utilizar a pesquisa e as inovações didáticas (CARVALHO; GIL PEREZ, 1993).

Há professores da educação básica, que não se encontram confortáveis com sua metodologia, e fazendo parte desse quadro, partimos para investigar novas possibilidades didáticas e inovações didáticas, em busca de maior gratificação no ambiente de ensino-aprendizagem. Sobre isso, há trabalhos produzidos que mostram possíveis soluções para a promoção de aprendizagem na área de Ciências. Existe uma tendência no ensino de valorização dos conceitos prévios dos estudantes e de uma interação entre o conhecimento adquirido em sala e o cotidiano, promovendo entre os estudantes uma reflexão do papel da ciência e das tecnologias no mundo atual (MIRAS, 2006).

Também é possível perceber a importância no ensino de Ciências vinculada à potencialidade de tornar os estudantes cidadãos mais críticos e autônomos e capazes de entender os conceitos científicos, sabendo aplicá-los em diferentes contextos (SANTOS; MORTIMER, 2000).

A despeito destas considerações, esse ensino continua sendo praticado de forma transmissiva na maioria das escolas, o que insatisfaz tanto estudantes como os próprios professores. Essa problemática indica que o ensino de Ciências, e particularmente o de Biologia, continua desvinculado do cotidiano dos estudantes, mesmo com tentativas de atualização e especialização dentro desta área, sem oferecer muitas vezes, aos aprendizes, a oportunidade de refletir sobre novos conhecimentos estruturados no contexto escolar (KRASILCHIK, 2008).

O ensino de Ciências, particularmente de Biologia, ainda apresenta uma abordagem que prioriza os conteúdos conceituais, os quais são muitas vezes tratados de forma fragmentada e

estática. A prática do professor normalmente se baseia no livro didático, mas em contraponto, esses livros comumente apresentam falhas conceituais (como também são encontrados em qualquer outra área); a maioria das aulas é predominantemente expositiva com foco na memorização de alguns conteúdos conceituais, sem coerência. Há uma quantidade excessiva de nomes latinos e estruturas morfológicas que devem ser memorizadas pelos alunos (OLIVEIRA, 2008), os quais entram em contato com pelo menos seis novos vocábulos por aula, no ensino médio (GOMES; CAVALLI; BONIFÁCIO, 2008) e podem ter, ao longo do EM, contato com cerca de 3.300 conceitos novos (CARVALHO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2011). Certamente, tais circunstâncias dificultam a compreensão da ciência escolar e sua aplicação na vida cotidiana do estudante.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) apontam que o ensino de Biologia continua de caráter descritivo, fragmentado e descontextualizado (BRASIL, 2001). Esta situação é agravada pela falta de interesse, motivação e engajamento dos estudantes e dos professores com relação aos temas ensinados na escola, o que pode dificultar a sua aprendizagem. Assim, espera-se que o professor, além de detentor de saber, usufrua de metodologias, recursos didáticos adequados, mas permita o mais importante, que é a interação com os estudantes, e esse diálogo é denominado por Mortimer, como: "interações discursivas", e podem ser compreendidas como componente do processo de "construção de significados" (MORTIMER; SCOTT, 2002 p. 284).

Então, para que ocorra a construção da aprendizagem, ou seja, a construção do significado no plano social das aulas de biologia, pelos estudantes, esse diálogo evita o contato com conhecimentos prontos, de difícil compreensão pelos estudantes e estes se mantenham inertes e sem questionamentos diante de um ensino sem contextualização. Espera-se, portanto, que os estudantes possam se tornar agentes ativos do processo de aprendizagem, internalizando significados, durante a interação social na sala de aula (VYGOTSKY, 1987), sendo capazes de utilizar o conhecimento adquirido nas relações com demais seres vivos (humanos e não-humanos) e em tomadas de decisões nas situações do cotidiano (KRASILCHIK, 2011). Também é preciso conhecer a forma com que os professores interagem com seus alunos ao falar sobre os conceitos científicos. Outro ponto importante é que, mesmo quando os estudantes empregam os termos científicos, muitos não se tornam capazes de apreender os seus significados. Krasilchik (2001) denomina esse nível de "nominal", o que para ela corresponde

ao primeiro nível da alfabetização biológica, entre os quatro níveis existentes⁵: (1) Nominal; (2) Funcional; (3) Estrutural e (4) Multidimensional. Esse quarto seria o nível ideal e o ansiado por qualquer professor considerado "ideal" de Biologia, pois o estudante seria capaz de aplicar e relacionar o conhecimento biológico com outras áreas e no contexto do dia-a-dia.

Para atender essa demanda, é importante que a educação científica tenha relação com fatores sociais, promova a humanização da ciência escolar (CACHAPUZ, 2004) e a contextualização (KRASILCHIK, 2000) e estimule as atividades individuais e em grupo (BARAB et al., 2007), a fim de tornar significativa a aprendizagem dos conteúdos.

Ao invés de um ensino com uma aprendizagem eficaz, motivadora, igualitária, o ensino de ciências ocorre de forma descontextualizada, sem requerer a compreensão dos conceitos trabalhados em sala (SANTOS, 2007; SILVA, 2014). Limita-se, na maioria das vezes, apenas à memorização de vocábulos, de estruturas e funções, de sistemas classificatórios e de fórmulas, promovendo uma visão errônea entre os estudantes, que associam a disciplina a algo chato, memorístico, desestimulante e sem relação com o seu cotidiano. Assim, não há a promoção da habilidade de transferir conhecimentos a novas situações, o que favoreceria a inclusão do estudante na sociedade contemporânea (SANTOS; MORTIMER, 2001).

1.2 Proposta de utilização da abordagem filogenética no ensino de zoologia.

Mediante esse quadro e focando especialmente nas dificuldades enfrentadas pelo professor no ensino de Biologia e, especificamente, de Zoologia, sentimos a necessidade de construir uma inovação educacional com o potencial de superá-las. Assim, assumimos o compromisso de propor uma abordagem de ensino de Zoologia que utilize as relações de parentesco entre os organismos, considerando a evolução e a diversidade dos grupos.

Apostando na abordagem filogenética para fazer conexão entre ensino de diversidade zoológica e evolução, o nosso trabalho tem o objetivo de investigar uma sequência didática que permita uma melhor compreensão sobre diversidade de animais e as relações de parentesco entre eles.

⁵De acordo com Krasilchik (2001), o nível "nominal", ocorre quando o estudante só reconhece os termos, mas não sabe seu significado. O "funcional" ocorre quando além de memorizar, reconhecer, ele define bem os termos. No "Estrutural", o estudante se apropriou bem dos conceitos, consegue explicar através do seu cotidiano. No "Multidimensional", o estudante aplica o conhecimento e as habilidades e também consegue relacionar com sua realidade e na resolução de problemas reais.

É importante que o professor tome consciência de sua prática pedagógica, através dos conteúdos, atividades, procedimentos e experiências e considere tudo isso ao fazer seu planejamento que irá executar na sala de aula. Além de tudo isso, ainda é preciso estar atento aos valores culturais que coexistem na sua função como docente. Isso se potencializa quando o professor resolve se tornar pesquisador de sua prática, além de transmissor (MACEDO, 1994, p. 59 apud LEÃO, 1999).

Este estudo surgiu, pois, a partir de uma reflexão sobre a prática pedagógica de uma professora e as lacunas no ensino e na aprendizagem sobre diversidade zoológica que ela enfrentava em sua sala de aula.

O nosso trabalho não se propõe apenas a mostrar a possibilidade de aplicação da abordagem filogenética no ensino de zoologia, mas também evidenciar que ela deve ser apoiada pela evolução (conceitos), que está subjacente a tudo, a embriologia (fases do desenvolvimento), que são primordiais para a compreensão da biodiversidade zoológica, lembrando que zoologia é o estudo da evolução animal. Essa sequência pode ser aplicada em qualquer contexto escolar e adaptada por qualquer docente a sua realidade. A SD também visa favorecer a compreensão de que a morfologia vista na zoologia deve funcionar como um instrumento de análise dentro do universo de conhecimentos dos animais, e não como objetivo único na zoologia (AMORIM, 2008).

Assim, esperamos que nossa SD possa ser útil e sirva de estímulo e referência para outras intervenções, visto ser a mesma generalizável, adaptada a partir da realidade de ensino de cada leitor deste trabalho, como uma possibilidade de metodologia. A avaliação dos resultados reforça o uso conjunto da abordagem filogenética e de termos evolutivo no ensino da diversidade biológica (zoológica).

1.3 Ensino de zoologia: breves considerações e contradições

“Observe sempre que todas as coisas decorrem de uma mudança, e acostume-se à ideia de que não há nada que a natureza ame mais que mudar as formas existentes e criar novas”. (Imperador Marco Aurélio Antônio)

A Zoologia é um ramo da Biologia que inicia o processo de formação científica dos estudantes desde o EF até o EM, abrangendo todos os aspectos da biologia dos animais, incluindo as relações entre estes e o ambiente. Segundo Ferrari (2016, p. 19), “a Zoologia constitui-se como o estudo da diversidade animal e é, por meio dela, que a história e as características dos animais vêm sendo ensinadas”. Constitui-se no estudo da diversidade animal

e é por meio dela que são ensinadas as características gerais dos animais através de uma significação conceitual, de assuntos extensos, em pouco tempo. Porém, muitas vezes, nas aulas de Zoologia no EM negligencia-se o estabelecimento de relações entre estruturas biológicas e os aspectos evolutivos (AMORIM et al., 2001; KRASILCHIK, 1996).

Como visto no capítulo anterior, a zoologia teve grandes incentivadores no Brasil, porém esse fato não foi o bastante, para o ensino sobre diversidade zoológica, pois competia aos docentes, mediar os conhecimentos e as práticas pedagógicas. Por isso, ainda se constata, nos dias atuais, que a simples menção dessa disciplina produz um efeito desmotivador nos estudantes, pelas associações que eles fazem. Como por exemplo, visualizar ou manusear insetos, reptéis, anfíbios e minhocas entre outros, ou associar com aprendizado memorístico, pois são expressões comuns na fala de muitos estudantes: “Tem de saber nomes difíceis” ou “é um assunto chato”, pois a zoologia é frequentemente vista como assunto enfadonho (AMORIM et al., 2001) e “ultrapassado” em sua abordagem predominantemente morfológica (AMORIM, 2005). No entanto, muito desse olhar estigmatizado se deve ao modo como os assuntos são abordados nas aulas, pois o ensino de zoologia continua caracterizado pelo desfile de inúmeros nomes e conceitos a serem memorizados (AMORIM et al., 2001). Segundo Carvalho, Nunes-Neto e El-Hani (2011), urge que os professores estimulem os estudantes para que tenham uma visão mais abrangente do mundo e não somente manifestem a preocupação em repassar uma gama de conteúdos:

Yager (1984, apud MATTHEWS, 1994) alertou que os estudantes são expostos, em um ano de ensino de ciências, a mais termos técnicos do que em dois anos ou mais estudando uma língua estrangeira(...) O próprio Matthews afirma que seria mostrado aos estudantes um novo conceito a cada dois minutos de uma aula de ciências naturais, já que um livro didático típico (contendo de 300 a 350 páginas) chegaria a trazer de 2400 a 3000 novos termos. É possível percebermos que o ensino de biologia está incluso neste quadro geral. (CARVALHO, 2016, p. 10)

Em Zoologia, a grande vantagem ao aplicar a sistemática, é mostrar como existe um grande compartilhamento de atributos entre os vários grupos de animais. Ao contrário do ensino tradicional de zoologia, onde é estudado características e fisiologia de cada grupo de invertebrados separadamente, desvinculado de uma explicação evolutiva, tanto sobre por que os animais são diferentes, quanto como surgiram as estruturas e funções que os diferenciam. A própria professora aplicadora da sequência didática estava repassando mais de vinte (20) novos conceitos, na aula onde surgiu o questionamento do aluno, sobre qual seria a origem do cavalo. Era mais um exemplo da carência de um enfoque evolutivo no ensino de zoologia, e frisado por

Santos e Teran (2013), que esse ensino de zoologia, ainda está associado a um modelo tradicionalista (transmissão) Segundo os autores:

O ensino de Zoologia é feito na sua maior parte por professores de prática conteudista e pautada na transmissão do conhecimento, realizado em aulas expositivas com a utilização de poucos recursos e com práticas ligadas a memorização individual ou em grupo (SANTOS; TERAN, 2013, p. 7).

Assim, o ensino de Zoologia se mantém tradicional, perpetuando essa prática de memorizar as características dos grupos de animais, conteúdo que prevalece nos currículos e nos materiais didáticos (salvo raras exceções), contribuindo para que o professor não modifique sua prática e os estudantes não encontrem significado na aprendizagem.

Na prática do ensino escolar e nos livros didáticos de Biologia, o que é ainda comum é o desfile de grupos animais, das suas características, ordenados a partir dos menos complexos aos mais complexos, de forma contínua, linear e conectados pelo processo evolutivo, remontando o conceito do Scala Naturae (KAWASAKI; EL-HANI, 2002) ou “Grande Cadeia dos Seres” (SANTOS, 2012; GOULD, 1994).

A evolução não é unidirecional e não pode estar atrelada à ideia de transformação linear de um grupo mais simples progressivamente em outro mais complexo. Para auxiliar nessa luta, um ótimo recurso é o uso do cladograma, que representa o modelo que Darwin (1858, 1859) idealizou (“árvore” evolutiva) para representar a história evolutiva, mantendo como base a ideia de descendência com modificação a partir de um ancestral comum, isto é, ramificação no tempo.

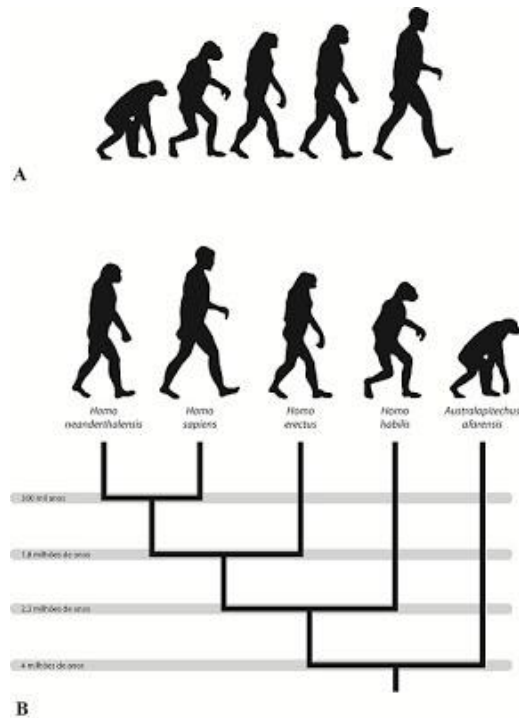


Figura 1. Iconografia canônica da evolução: A. Representação incorreta, apontando para a evolução linear. B. Hipótese filogenética apresentando as relações de parentesco entre os principais hominídeos descritos até o momento, com as indicações de datações. Fonte: Santos & Klessa (2012).

Portanto, a própria visão do homem como ser superior de todas as criaturas e, mais ainda, o pensamento de que evolução (das populações e não das espécies), ocorreu de maneira linear, a partir dos macacos, cai por terra. Como comentam Santos e Calor (2007b) trata-se de “sobreposição de linhagens no tempo”. Esse fato promove a reflexão sobre a necessidade de começar a repensar o ensino de biologia dentro de um arcabouço evolutivo, através de uma abordagem filogenética.

Assim não é estranho afirmar que o ensino de zoologia, possui bastante “campo para inúmeras investigações” dos distintos pressupostos, compreensões e práticas sócio-historicamente estabelecidas sobre o ensino das ciências” (ROCHA; MAESTRIELLI, 2015, p. 2), isso resolveria essa problemática do ensino tradicional. Como é citado por Lopes (2007), esse ensino que não apresenta uma visão evolutiva, perpetua, assim, ideias equivocadas sobre a sistematização do universo biológico. Ao nosso ver, essa problemática pode ser superada utilizando a sistemática filogenética, pois a mesma permite descrever a diversidade, estabelecer a ordem nela existente, as relações de parentesco e explorar os processos que são responsáveis pelo seu surgimento (AMORIM, 2002; SANTOS; CALOR, 2007a; SILVA et al., 2015) assim como possibilita a reflexão do ensino de biologia dentro de um arcabouço evolutivo, demonstrando que houve uma descendência com modificação, a partir de um ancestral comum, seguindo o pensamento darwiniano.

Ressaltamos que a zoologia é abordada desde as séries iniciais do EF até o EM, mas pesquisas indicam que, durante as aulas de zoologia, é raro ocorrerem questões de problematização e conversação, o que compromete o processo de letramento científico, perpetuando o processo de “atividades de leitura, cópia e explicação de alguns conceitos, geralmente comuns à prática tradicional no ensino de zoologia” (ROCHA; SILVA, 2013, p. 151).

O uso dessa abordagem filogenética ainda propicia ao professor “uma mudança nas suas concepções sobre a construção do conhecimento científico, permitindo que ele passe a enxergar as perspectivas da filosofia da ciência como facilitadoras do processo de aprendizagem (SANTOS; CALOR, 2007b, p. 6).

Existem pesquisas que buscam estratégias novas para tornar o ensino de zoologia mais integrado e articulado nas escolas, e não apenas um estudo de características morfofisiológicas (LOPES; VASCONCELOS, 2014). Há também questões de ordem limitante, tais como aulas restritas ao processo de transmissão de informações centradas nos livros didáticos, sem a integração com outros temas da Biologia e desvinculadas do cotidiano do aluno (SANTOS; TÉRAN, 2009). Sepúlveda (2001) e Carneiro (2004) distinguem, também, como problemas que interferem no ensino de zoologia, falhas conceituais nos livros didáticos, a falta de coerência nos conceitos desenvolvidos em sala de aula e a deficiência dos cursos de formação dos professores com relação à prática pedagógica do ensino de zoologia e ao conhecimento sobre táxons e sistemática filogenética. Inclusive devido à formação deficiente, Amorim (2001) menciona que ocorrem deficiências no ensino da Zoologia, ocasionando lacunas teóricas em sua formação e falta de acesso a recursos didáticos adequados para o ensino em questão. Outros problemas referem-se ao currículo imposto nos livros didáticos (KRASILCHIK, 2008) e o tempo reduzido para planejar as aulas e realizar atividades no laboratório ou em espaços não formais (SANTOS; TÉRAN, 2009).

A escolha do conteúdo do currículo e o próprio processo de ensino e de aprendizagem sofreram muitas modificações ao longo do tempo (KRASILCHIK, 1987), adquirindo novos pressupostos diante da emergência de uma perspectiva educacional construtivista sociointeracionista (KRASILCHIK, 2000). O papel do professor também sofreu modificações, ultrapassando o de mero transmissor de informações e o do estudante, o de mero receptor, assumindo ambos a tarefa de construção conjunta do conhecimento, enfatizada pelos PCN (BRASIL, 1998).

É possível promover, na prática, um ensino de zoologia mais próximo da perspectiva construtivista sociointeracionista, quando se considera que o aprendizado do conceito ocorre

através de um ato complexo de pensamento, um ato de generalização, e nunca de memorização (VIGOTSKI, 2009, p. 227). Contudo, apesar de toda a complexidade envolvida no ensino de zoologia, é possível a modificação para um ensino interessante, contextualizado e atrativo para os estudantes, seja com inovações, reestruturação do planejamento ou integração com demais áreas da Biologia.

1.4 Classificação biológica: breve histórico

A historicidade da zoologia permite a compreensão das atuais teorias e práticas presentes no currículo do ensino sobre os animais na prática escolar (ROCHA, 2013). Falar em diversidade é falar em classificação. E a classificação dos seres vivos é tão antiga quanto a própria história da espécie e sempre teve uma grande importância para o ser humano, que desde os primórdios, sonhava em “conhecer” e “classificar” os organismos vivos. Aristóteles, conhecido como precursor da classificação dos seres vivos, por ser o primeiro a ter acesso a uma variedade de plantas e animais, era “fixista” e utilizava uma classificação baseada na essência imutável de cada grupo taxonômico, agrupando os seres vivos mediante suas características semelhantes ou “compartilhamento de suas essências”, sempre os comparando de acordo com suas características gerais, sem nenhuma relação de parentesco entre eles (MAYR, 1982). A visão aristotélica sobre classificação foi o preferido pelos cientistas por quase vinte séculos e persiste até os dias atuais, podendo ser facilmente observado em livros didáticos e na sala de aula, tanto no ensino médio como no superior (AMORIM, 2008).

O ensino de zoologia persiste no modelo “Tipológico/Essencialista, pois prega com grande ênfase o conhecimento das características dos grupos taxonômicos, em detrimento da sua história evolutiva” (AMORIM, 2008, p. 3).

Segundo Amorim (2008), no século XVIII, Lineu propôs um sistema hierárquico extraordinário, pois era aplicável a todos os seres vivos, porém compartilhava das ideias de Aristóteles, no que tange ao fato dos seres serem concebidos como imutáveis e à visão essencialista, com os seres vivos agrupados em categorias ou táxons, seguindo o pensamento aristotélico de não considerar as relações de parentesco (MAYR, 1998; RIDLEY, 2006). Não é estranho esse pensamento se levarmos em consideração que a natureza e o número das espécies eram vistos como constantes e inalteráveis (fixismo), pois cada indivíduo era comparado com um padrão fixo, ideal (essencialismo). A classificação de Lineu tornou-se o sistema de referência para as classificações biológicas, e atualmente, mesmo com a inserção da classificação filogenética em livros didáticos, essa classificação que utiliza o sistema binomial

ainda é utilizada por sistematas filogenistas, (AMORIM et al., 2001; GUIMARÃES, 2005; LOPES et al., 2008).

A tradição do modelo de classificação essencialista, herança tanto aristotélica como linneana, nos livros didáticos e nas práticas de ensino (AMORIM et al., 2001; VASCONCELOS; SOUTO, 2003; ROCHA, MAESTRELLI, 2015), encontra justificativa na historicidade da zoologia no Brasil, que data de meados do século XIX. A forte influência da nomenclatura binomial, a hierarquia da classificação de Lineu segue a perspectiva de Aristóteles (séc. IV a. C.) de reino a espécie (AMORIM, 2002a; ROMA; MOTOKANE, 2007; SANTOS; TERAN, 2009), porém, vale ressaltar, sem considerar o grau de parentesco entre as espécies (OLIVEIRA et al., 2011).

Lamarck, Darwin e Wallace propuseram teorias importantes, tentando explicar como os organismos passam por alterações ao longo das gerações e quais são as causas dessas modificações. Lamarck, o primeiro cientista a questionar o padrão fixista (AMORIM, 2008), bem como Buffon, Wallace e Darwin acreditavam no paradigma evolucionista das espécies. Darwin, através da sua proposta de vínculo histórico entre as espécies e com sua teoria da evolução, provocou grandes mudanças na classificação dos seres vivos, ao elaborar um modelo explicativo para a modificação das espécies segundo o qual os seres vivos passam por transformações e que a relação de parentesco entre os grupos deve ser levada em consideração.

Almeida (2009) propõe que Lamarck apareceu no século XIX “propondo a adaptação evolutiva das espécies” e que “ele sustentou a tese de variação descontínua das espécies, baseada em modificações adaptativas dos organismos ao ambiente, que originariam transformações físicas transmitidas aos descendentes” (LENOIR, 1982, p. 43).

Em meados do século XX surgiram outros métodos de classificação, dentre eles uma nova proposta de visualizar a classificação filogenética, proposta primeiramente por Walter Zimmerman, que discutiu claramente sobre o uso da filogenia e o uso de classificações filogenéticas. Depois, baseado no evolucionismo, Willi Hennig (Figura 2) propôs o método que viria a ser denominada sistemática filogenética (Figura 3), que restaura o parentesco entre as espécies e funciona como princípio organizador central da sistemática (HULL, 2001).

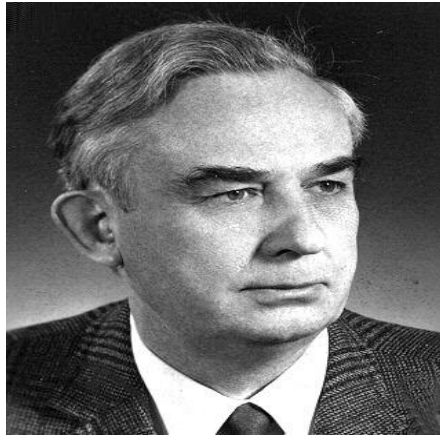


Figura 2. Wili Henning (1913-1976).

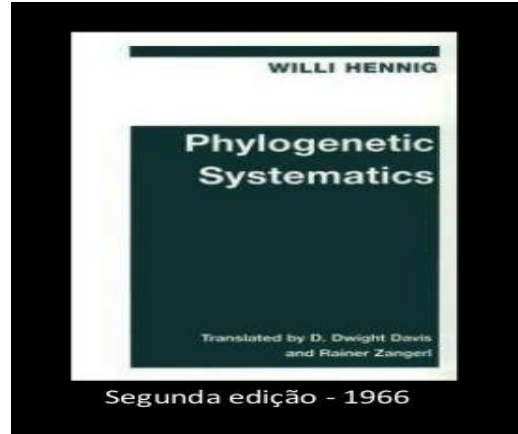


Figura 3. Livro Sistemática Filogenética.

Fonte: <http://gennoescientia.blogspot.com.br/p/cientistas.html>.

1.5 Evolução

“Olhe bem perto para qualquer organismo e você pode se maravilhar diante de características que parecem ter sido aparentemente desenhadas para permitir a ele a sobrevivência e a reprodução.” (FUTUYMA, 2009).

A evolução num sentido amplo significa descendência, com modificações, e geralmente com diversificação (sentido de variabilidade). [...] Um sistema em evolução é simplesmente aquele que descende de uma entidade, de uma geração para outra, ao longo do tempo, e no qual as características das entidades diferem através das gerações. Segundo Futuyma (2009, p. 4):

Para Meyer e El-Hani (2005, p. 15), a evolução biológica pode ser definida como “modificação das espécies ao longo do tempo”. Ridley (2006) define a evolução como uma mudança entre gerações de uma linhagem de populações. Darwin (figura 4) afirmou que a evolução é descendência com modificação, definição defendida e usada por Campbell e Reece (2010). Harrison (2001) demonstra concordar com Darwin quando afirma que evolução se refere a mudança ao longo do tempo por descendência com modificação”.

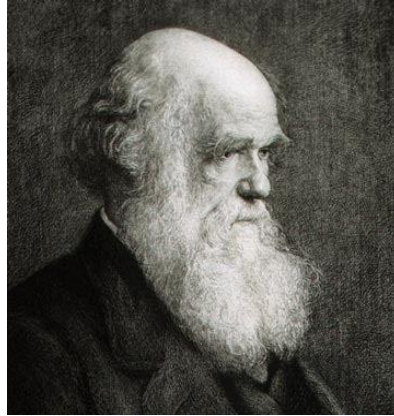


Figura 4. Charles Robert Darwin (1809- 1882).

Fonte: <http://gennoescientia.blogspot.com.br/p/cientistas.html>.

Mais do que a definição, qual a importância da evolução? Segundo Margulis (2002, p. 174):

A evolução pode resultar dos atos dos próprios organismos, ao conceber que a evolução não é uma lei mecânica, mas um complexo de processos sensíveis e simbiogênicos que resultam, em parte, das escolhas e dos atos dos próprios seres orgânicos em Evolução. Muitas vezes se diz que a seleção natural ‘favorece’ esse ou aquele traço. Mas a natureza que seleciona está predominantemente viva. Ela não é uma caixa preta, mas uma espécie de sinfonia senciente.

Assim como vimos no ensino de zoologia, com o ensino de evolução não é diferente. Há problemas diversos em todas as direções, apesar dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) sugerirem a articulação dos conteúdos de biologia tendo como eixo principal a ecologia e a evolução (BRASIL, 2006; SANTOS; CALOR, 2007; SILVA-PORTO et al., 2007). Ou seja, esse tema foi eleito elemento integrador, cujo papel central na Biologia é de ser o responsável pela unificação de todo o seu corpo de conhecimentos (FUTUYMA, 1992; MEYER; EL-HANI, 2005), pois dá sentido às diversas áreas de conhecimentos, agregando diversas disciplinas e possibilitando compreender como organismos aparentemente muito diferentes entre si compartilham atributos.

Apesar de ser considerada um dos pilares da Biologia por cientistas e filósofos da ciência como, por exemplo, François Jacob e Stephen Jay Gould, a evolução não tem merecido o mesmo “status” quando se trata de ensino de Biologia em nossas escolas. (PACHECO; OLIVEIRA, 1997, p. 131).

O ensino desse tema apresenta lacunas, pois apesar da sua importância, o pensamento evolutivo recebe pouca atenção nos currículos escolares, cuja abordagem ocorre isoladamente, na série final do EM, sendo este um dos problemas que podem estar contribuindo para que os temas evolutivos tenham um ensino sem muito êxito, inadequado, descontextualizado e restrito (SANTOS; CALOR, 2007). Segundo Tidon e Lewontin (2004

apud GUIMARAES, 2005), em relação ao currículo escolar no Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) orientam que as áreas da ecologia e evolução devem permear todas demais da Biologia. No entanto, de acordo com os autores, na prática, a evolução biológica é ensinada no final do terceiro ano do Ensino Médio, o que não atinge os objetivos propostos. Por outro lado, fora da sala de aula, o tema evolução é associado no dia-a-dia à ideia de "progresso, crescimento, multiplicação e melhoramento". Muitos estudantes possuem como ideia de senso comum uma noção de que a evolução biológica está associada somente com a humana (ZAMBERLAN; SILVA, 2009)

Pesquisas sugerem, entre outras coisas, que certos fatores podem influenciar no ensino de evolução, gerando equívocos, tais como: alguns posicionamentos pessoais dos professores religiosos, algumas concepções prévias dos estudantes, conceitos errôneos nos livros didáticos, formação deficiente desse tema na graduação de alguns professores que trazem erros conceituais para o ensino, além de demonstrarem ausência de conhecimentos científicos (BIZZO, 1994; SANTO; BIZZO, 2000; SEPÚLVEDA, 2001; CARNEIRO, 2004; TIDON; LEWONTIN, 2004). Não podemos deixar de considerar que a teoria evolutiva às vezes não é ensinada, seja por questões religiosas, seja porque profissionais da educação não têm esses conceitos bem definidos, apresentando lacunas de conhecimento sobre o tema (SEPÚLVEDA, 2001). Apesar de ser um assunto fundamental para o entendimento da vida, já que, como diz Carrol (2006, p. 259) “a biologia sem a evolução é como a física sem a gravidade”, o que presenciamos muitas vezes, na sala de aula, é a delimitação da teoria à mera discussão de ideias controversas de Darwin e Lamarck, o que acaba refletindo em um aprendizado deficiente, incompleto e errôneo do conteúdo de evolução no EM (SANTOS; CALOR, 2007). As Orientações Curriculares para o Ensino Médio - OCEM (BRASIL, 2008), os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 1999) e o Programa Nacional do Livro Didático – PNLDD propõem que os conteúdos de biologia sejam abordados sob o enfoque ecológico-evolutivo. Os conhecimentos evolutivos permitem a compreensão e a solução de muitos problemas, referentes, por exemplo, à agricultura, preservação ambiental, saúde e diversidade humana (FUTUYMA, 2002).

Todavia, o que se percebe é que o ensino de evolução está desarticulado dos outros campos da biologia e, devido à sua importância como conhecimento científico, deveria ser popularizado mediante o ensino docente, com a utilização de textos de fácil compreensão e de outros recursos, tais como vídeos, que auxiliem na aprendizagem, em contraposição às ideias errôneas veiculadas na mídia. Nas salas de aulas, torna-se importante que esse conhecimento ultrapasse o conteúdo e a explanação sobre a divergência de ideias entre Darwin (figura 4) e

Lamarck, o que requer entender os diversos fenômenos que ocorrem na natureza, difundir o papel da evolução biológica e também desconstruir mitos existentes em torno dessa teoria. Trabalhos sobre evolução como, por exemplo, Zamberlan e Silva (2009), entre inúmeros, ressalta que os estudantes compartilham ideias de senso comum, tais como: o homem veio do macaco?"; "a vida surgiu no mar"? (PACHECO; OLIVEIRA, 1997, p. 131 apud ZAMBERLAN; SILVA, 2009).

Assim, para facilitar a interação do estudante com o conhecimento evolutivo durante sua formação, teriam mais sucesso estratégias aplicadas no decorrer do EM, e não somente no final desse nível de escolaridade.

Para Freire-Maia (1986, p. 52):

A teoria da evolução é hoje tão aceita como a “teoria atômica”, a “teoria heliocêntrica” ou a “teoria celular”; é neste sentido que se diz que a evolução é hoje aceita como um fato e, não, como uma teoria. Isto significa que se encontra tão bem e cabalmente demonstrada que negá-la seria cometer ato de ignorância. Isto não significa que não haja divergências dentro da teoria; o que não há são divergências sobre a teoria.

Até meados do século XIX, a vida poderia ser explicada por diversas correntes de pensamento, tais como o fixismo, o vitalismo e o transformismo. A História Natural era a ciência que estudava os fenômenos da vida, porém, ocorria um acúmulo gigantesco de informações desarticuladas nas diferentes áreas do conhecimento biológico. Os estudos eram realizados por “naturalistas”, a partir da observação direta da natureza, sem a interferência ou a utilização de outras formas de conhecimento, como a física e a química, por exemplo (CICILLINI, 1991). Neste mesmo período, no ano de 1859, Charles Darwin publica seu livro “Origem das Espécies”, fazendo com que as informações no campo biológico, até então acumuladas e desarticuladas, ganhassem um novo sentido e uma coerência a partir da interpretação das relações existentes entre os organismos vivos. A disciplina Biologia surgiu para unificar todas as disciplinas ou seja, até então, não poderíamos dizer que existia a biologia, tal como a conhecemos (FOUCAULT, [1966]1987). E o darwinismo no auge, unificou todas as disciplinas separadas em um argumento único e consistente, (MEYER; EL-HANI, 2005).

Além da Teoria da Evolução, o estabelecimento da Teoria Celular, o desenvolvimento nos estudos da hereditariedade e o estudo das funções dos organismos através de análises químicas fizeram com que houvesse, no final do século XIX e início do século XX, uma delimitação de uma série de novos objetos de estudo na biologia. Se por um lado essa determinação de novos objetos de estudo auxiliou a compreender melhor os fenômenos

biológicos, por outro propiciou um processo de fragmentação nas Ciências Biológicas. Em decorrência disso, atualmente a biologia abrange diversas áreas de conhecimento, tais como a zoologia, a botânica, a fisiologia, a genética, histologia, entre outras (CICILLINI, 1991). Na primeira metade do século XX desenvolvem-se os conhecimentos da Biologia Molecular, muito em função dos avanços das ciências físicas e químicas, da tecnologia e de sua utilização crescente na produção do conhecimento biológico.

Diante dessa diversidade de áreas de conhecimentos biológicos, a Teoria da Evolução passou a ter um papel fundamental para dar um sentido a toda ciência biológica e coerência às inter-relações entre os organismos e aos fenômenos de hereditariedade. Jacob (1983, p. 20) coloca que: em biologia, existe um grande número de generalizações, mas poucas teorias. Entre estas, a teoria da evolução ocupa uma posição mais importante que as outras, porque reúne uma massa de observações oriundas dos mais diversos domínios que, caso contrário, permaneceriam isolados; porque inter-relaciona todas as disciplinas que se interessam pelos seres vivos; porque instaura uma ordem na extraordinária variedade de organismos e liga-os estreitamente ao resto da Terra. Em suma, porque fornece uma explicação causal do mundo vivo e de sua heterogeneidade. Desta forma, entendemos que a concepção de evolução é indispensável para a compreensão coerente da relação entre os seres vivos e a construção dos conhecimentos biológicos. Ela é, portanto, um princípio ordenador que articula e dá sentido aos diversos conhecimentos sobre o fenômeno vida.

1.6 Abordagem evolutiva e filogenética no ensino de zoologia

Como vimos anteriormente no tópico 1.3 deste capítulo e na apresentação deste trabalho, o panorama do ensino de zoologia no Brasil, apesar de já incorporar uma abordagem filogenética, ainda enfrenta dificuldades. De forma coerente com a proposta deste trabalho, que é adicionar a visão e os pressupostos da abordagem filogenética no ensino de Zoologia, sob uma perspectiva evolutiva, há trabalhos que sustentam o sucesso deste tipo de estratégia, por ser um novo recurso para o ensino de Zoologia na Educação Básica, sobretudo no Ensino Médio (AMORIM, 2005; LOPES; FERREIRA; STEVAUX, 2007), com ótimas perspectivas de ensino, como alicerce da discussão sobre a biodiversidade (SILVA; PAIVA, 2015, p. 2) e evolução. Nesse sentido, Lévêque (1999) apresenta a biodiversidade como um produto da evolução:

A biodiversidade não é um simples catálogo de genes, espécies e ambientes. Ela deve ser percebida como um conjunto dinâmico e interativo entre os diferentes níveis de hierarquia biológica. Segundo as teorias atuais de evolução, é graças à existência de uma diversidade genética no seio das espécies que estas últimas podem se adaptar às mudanças do meio ambiente que sempre marcaram a história da Terra. Reciprocamente, a diversidade genética de uma espécie evolui em função do tempo, em resposta a estas mudanças do meio ambiente, bem como em razão das mutações. (...). Esta dinâmica de sistemas biológicos e das condições ecológicas, às quais eles são confrontados, explica que as espécies evoluem e se diversifiquem e que os ecossistemas hospedem floras e faunas mais ou menos ricas, em virtude de sua história. Procura-se identificar os fatores responsáveis pela origem e pela conservação da diversidade biológica nos diferentes níveis da hierarquia biológica, dos genes aos ecossistemas (LÉVEQUÊ, 1999, p. 18-19).

Concordamos com esse autor, pois a diversidade ocorre mediante uma série de fatores, entre eles aqueles fatores escolhidos para uso em nossa proposta de trabalho, que são: conceitos genéticos, evolutivos e embriológicos, os quais serão discutidos mais adiante no texto. Atualmente, o estudo da diversidade animal perpassa por inúmeras modificações, mas é necessário também que ocorra um sentimento de pertencimento à Natureza, principalmente por parte dos estudantes, com a visão de que também pertencem ao reino animal que estudam (RAZERA; BOCCARDO; SILVA, 2007), aumentando o senso crítico, a reflexão da sua importância na Natureza, do papel social e ecológico, além de avaliar aspectos sociais, ambientais, econômicos que fazem parte da discussão sobre as interações entre seres humanos, os não-humanos, entre eles e todos com o meio ambiente. Sendo assim, há ainda um grande caminho a percorrer para que de fato o ensino de zoologia promova o conhecimento, a reflexão, a conscientização da relação e da posição do *Homo sapiens* na árvore da vida (figura 5), pois o que presenciamos é o que descrevem os autores, Carvalho, Nunes-Neto e El-Hani (2013, p. 5): “Em geral, o ensino de zoologia no nível médio se limita ao estudo da morfologia e anatomia dos grupos abordados, sendo uma disciplina fortemente centrada em componentes sistêmicos” e os planejamentos escolares insistem na demonstração de características desconexas e um conjunto de nomes estanques a serem memorizados (AMORIM, 2001).

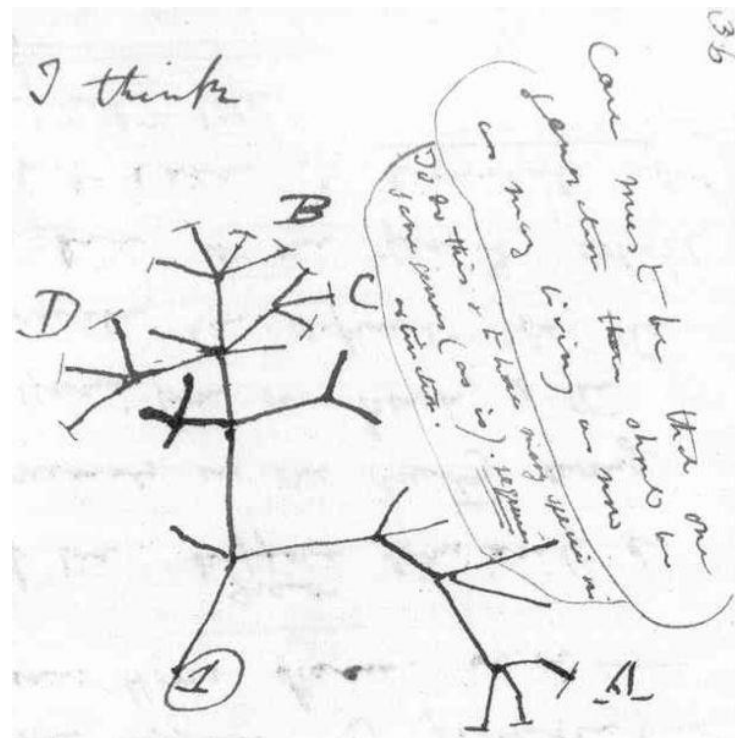


Figura 5. “Tree of Life” ou árvore da vida. Fonte: <http://www.nano-macro.com/2013/04/a-arvore-de-darwin.html>.

Darwin imaginou como seria a relação de todos os organismos da Terra. Para tanto, ele imaginou uma árvore, com seus galhos em todas as direções. O 'eu acho', que Darwin escreveu acima, nunca esteve tão certo. Hoje, a cladística trabalha em relacionar os organismos vivos em uma grande árvore da vida.

Porém, vem aumentando a gama de professores que buscam recursos ou metodologias que incrementem o ensino de zoologia, estimulando a saída desse modelo tradicional de ensino, ou seja, modificando o estado de "remar contra a correnteza" (LEPIENSKI; PINHO 2011, p. 6). É muito importante que o ensino de Zoologia ultrapassasse a apresentação da classificação e descrição da biodiversidade animal e se torne um ensino mais contextualizado, com foco na abordagem evolutiva, que refletirá em um índice de retenção conceitual maior (KRASILCHIK, 2008). Para isso, segundo Lopes, Ferreira e Stevaux (2007), um ensino adequado nas áreas de sistemática filogenética e taxonomia zoológica em Biologia precisa difundir as mudanças do processo evolutivo dos organismos vivos, o que permite “aos estudantes a percepção do processo de transformação que gerou a diversidade de animais conhecida atualmente e os insere em um aprendizado coerente, dinâmico e significativo” (LOPES; FERREIRA; STEVAUX, 2007, p. 3).

Para reforçar os pontos positivos desta escolha metodológica e para estimular outros professores ao seu uso, segundo Santos e Calor (2007a, p.3), o professor “pode optar por estratégias didáticas que permitam aos estudantes reconhecer a evolução de determinadas características nos diversos grupos biológicos” e mostrar que estruturas podem permanecer inalteradas por muitas gerações e, ainda assim, apresentar mudanças de natureza fisiológica e/ou comportamental ao longo do tempo.

No EM, especificamente, a sistemática filogenética possibilita uma abordagem comparativa entre os grupos de seres vivos (GUIMARÃES, 2005) e, quando aplicada ao ensino de Zoologia, fornece aporte para o entendimento da diversidade biológica e como determinadas características são compartilhadas pelos grupos (AMORIM, 1997). Desse modo, promove um ensino integrador, o qual responde à problemática da memorização de características ao tratar de grupos que possuem um ancestral comum mais próximo (grupos monofiléticos) e, enquanto faz a comparação entre os grupos, ela destaca as diferenças e minimiza a distância. 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.

É fundamental ressaltar que o uso da classificação filogenética não está restrito apenas à disciplina de Zoologia, mas outras subáreas da Biologia ganham com sua aplicação (tais como Botânica, Genética e Citologia), pois permite um olhar amplo, uma visualização da totalidade, assim como das conexões existentes, mas não podemos deixar de refletir brevemente sobre duas questões que interferem no processo ensino-aprendizagem. Uma das questões está relacionada ao professor, que será o responsável pelo ensino desta abordagem, e diz respeito à formação deste profissional da educação; e a outra está relacionada ao conteúdo do livro-texto (livro didático) usado como material didático de apoio para o professor e o estudante. No ensino médio, pensar em um planejamento com abordagem filogenética exige muito além do conhecimento, atualização e adequação do conteúdo do ensino superior para EF e EM. É necessário que o profissional da educação, a partir de uma formação adequada, tenha conhecimento do assunto para promoção de um ensino pertinente, pois a falta desta formação promove insegurança por parte dos professores e representa um grande desafio transpor esses novos conceitos filogenéticos para o currículo, que muitas vezes conta apenas do livro didático pouco ajustado para o ensino da filogenética. Em relação ao ensino, várias pesquisas reforçam o fato de que muitos professores de EF e EM desconhecem a sistemática filogenética, pois a sua inclusão no ensino superior ocorreu há pouco mais de vinte anos, e muitos não tiveram o conhecimento ou não possuem alguma lembrança de ter estudado o tema na graduação (OLIVEIRA; SILVA, 2010). Em oposição, também é fato que, mesmo os que tomaram contato

com a abordagem filogenética se retraem, quanto à sua aplicação e adequação no planejamento, pois defendem ser necessário a aplicação integral do conteúdo, o que remeteria a utilizar uma linguagem complicada, de difícil compreensão para os estudantes da educação básica (ROCHA, 2010). Em relação à questão do livro didático, já são encontrados cladogramas representando o parentesco dos seres vivos e os principais conceitos básicos da Sistemática Filogenética em livros do Ensino Fundamental e Médio (MACHADO, 2003; LOPES, 2002). Porém o tema cladística não é suficientemente desenvolvido nos livros didáticos. Alguns definem o termo, mas continuam utilizando a classificação tradicional, o que é atestado por trabalhos, como de Oliveira e Silva (2010).

Contudo, na nossa visão, em relação ao conteúdo, é preciso deixar em evidência que é também muito importante e necessário a articulação da abordagem filogenética (aliada com a zoologia e evolução) com as demais disciplinas do currículo (TEIXEIRA, 2003, p. 1), não sendo exigida a reprodução de todo o conhecimento, e sim apenas utilizar alguns “algoritmos” da abordagem filogenética (SANTOS; CALOR, 2007). Dito de outra forma, recomenda-se usar alguns conceitos filogenéticos importantes para a compreensão do tema, tais como “homologia”, “monofilético”, “grupos-irmãos”, que são termos básicos e principais palavras-chave usadas em filogenia, fundamentais para essa abordagem, pois podem mobilizar a cognição dos estudantes para pensar sobre a evolução, as relações de parentesco dos grupos de animais (AMORIM, 2008) e na reconstrução das relações de parentesco no cladograma.

Mas a realidade presente nos livros didáticos e na abordagem do tema diversidade biológica em sala de aula ainda está distante de contemplar os conceitos estruturantes, pois:

A relação entre o grau de abrangência do nível taxonômico e a natureza mais recente ou remota do ancestral comum do grupo não é considerada. O padrão de descendência com modificação e o processo de cladogênese não são abordados. Assim, a ideia de que as características comuns a dois grupos se devem à ancestralidade comum não é explicitada (CARVALHO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2013, p. 5).

Consideramos que o conteúdo filogenético, associado aos conceitos evolutivos, possa ser utilizado e adaptado à realidade da educação básica, visto que a abordagem filogenética permite um aprendizado mais significativo em termos de conteúdo e ganho de tempo escolar, p que engrossa os pontos favoráveis ao seu uso. Para isso, a filogenia dispõe de cladogramas (Figura 6), que dispensam o desfile de nomes extensos de gêneros e espécies e auxiliam na preparação das aulas e durante a sua realização (SANTOS; CALOR, 2007).

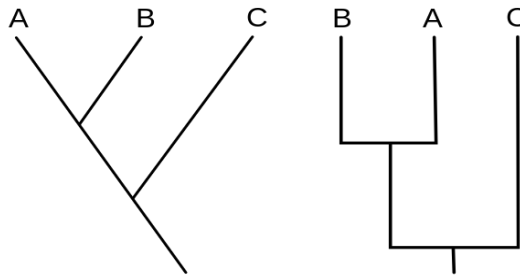


Figura 6- Modelos de cladogramas. Fonte:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Cladograma#/media/File:Identical_cladograms.svg

A chamada “árvore evolutiva” (Figura 6) ou cladograma, é uma representação útil da história evolutiva de organismos, "contendo informações sobre o grau de parentesco entre as espécies vivas e inferências sobre características de organismos ancestrais” (MEYER, 1996, p. 28) ao utilizar a árvore da vida, características que surgiram no grupo ancestral são mostradas organizadamente nos demais grupos descendentes, sendo, portanto, desnecessário a repetição da mesma informação, sob a perspectiva evolutiva, observando as homologias compartilhadas entre os grupos irmãos (descendentes). Conseqüentemente, o estudo se torna estimulante, dinâmico e mais ágil (FERREIRA et al., 2008, p. 66), contribuindo para a compreensão da diversidade biológica (AMORIM, 2002).

Na inovação educacional que estamos propondo para o ensino de diversidade biológica dentro da Zoologia, apostamos na inserção de termos evolutivos necessários à compreensão das relações de parentesco (mutação, seleção natural, adaptação, especiação e barreira geológica) e não da teoria evolutiva como um todo na compreensão dos estudantes das novas características evolutivas e em quais grupos surgiram. Apostamos também na importância de inserir, nas narrativas evolutivas, fases embrionárias (embriologia) e genes HOX (genética). Essa conexão entre temas se faz necessária, tendo em vista que a própria Biologia é um universo amplo de conhecimentos que se sobrepõem e requerem, por sua vez, outros, pela sua riqueza de detalhes, curiosidades e complexidade. Além disso, existem inúmeros trabalhos que investigam e atestam a possibilidade e o sucesso de abordagens filogenéticas no ensino de diversidade biológica, entre eles Borges e Lima (2007) e Lopes, Ferreira e Stevaux (2005).

Quanto ao uso da embriologia, focamos apenas nas fases do desenvolvimento embrionário: zigoto, mórula, blástula, gástrula e a diferenciação dos três tecidos embrionários (ectoderma, mesoderma e endoderma), simetria, cavidades (origem do celoma). Contamos também com o auxílio da genética, citando a importância dos genes Hox (figuras 27 e 28), os

conhecidos genes mestres do “kit de ferramentas” do desenvolvimento animal (CARROLL, 2006). O desenvolvimento e expressão desses genes estão relacionados com “a diversidade morfológica e funcional” (CARROLL, 2006, p. 144). Esses genes sevem para ilustrar a importância das homologias nas relações de parentesco entre os grupos. Para exemplificar e demonstrar o link entre eles, basta refletir que nas primeiras semanas de vida, começamos com uma única célula, multiplicam-se essas células, “nos tornamos tubos, e tubos dentro de outro tubo” (CARROLL, 2006, p. 87). E apesar de múltiplas células, cada uma destas carrega genes responsáveis pela construção de estruturas, órgãos, substâncias, estando ativados ou não. Assim é importante que os estudantes compreendam que a “construção das formas dos seres vivos depende da ativação e desativação de determinados genes em diferentes momentos e posições ao longo da embriogênese” (CARROLL, 2006, p. 19). Assim, a nossa proposta de inovação educacional não se propõe apenas a mostrar a possibilidade de aplicação da abordagem filogenética no ensino de zoologia, mas também evidenciar que ela pode ser aliada a assuntos de igual importância, como conceitos de evolução e embriologia, que são primordiais para a compreensão da biodiversidade zoológica. Essa SD favorece a compreensão de que a morfologia vista na zoologia deve funcionar como um instrumento de análise dentro do universo de conhecimentos dos animais, e não como objetivo único na Zoologia (AMORIM, 2008), assim como também acreditamos que essa abordagem metodológica possibilita uma interação dialógica com os estudantes, através da participação e reflexão, permitindo transformar certas convicções ou erros conceituais propagados pela mídia, assim como é conhecida iconografia ou imagem da evolução humana (figura 7), pela compreensão de como ocorreu essas conexão evolutivas(figura 8).

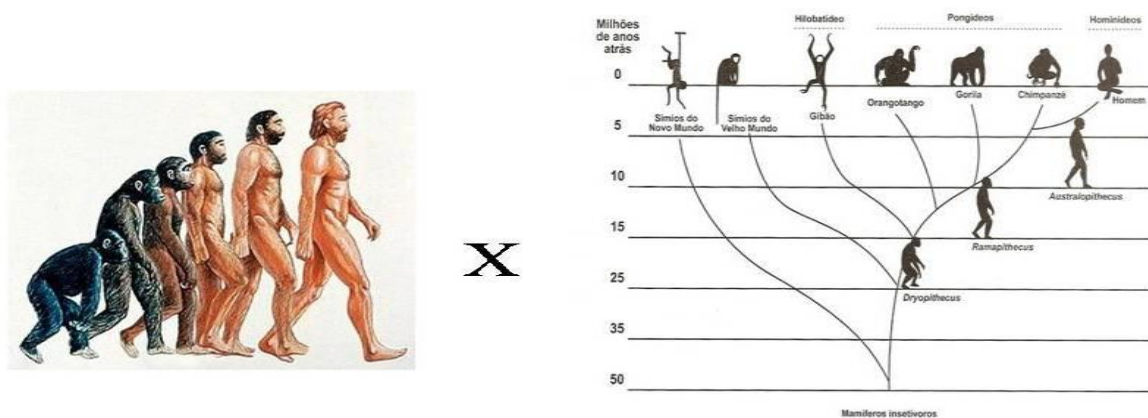


Figura 7 : Iconografia mais conhecida e a Figura 8: iconografia atual da evolução humana.

Fonte: http://blogcomciencias.blogspot.com.br/2012_11_01_archive.html.

Há inúmeros trabalhos que investigam e atestam a possibilidade e o sucesso de abordagens filogenéticas no ensino de diversidade biológica, entre eles Borges e Lima (2007) e Lopes, Ferreira e Stevaux (2005). Como uma alternativa para ilustrar o processo evolutivo, auxilia no ensino de Zoologia, pois possibilita, por meio do uso de cladogramas, a inserção de informações importantes, tais como embriologia, fisiologia e morfologia, contribuindo, assim, para a compreensão de que a evolução não ocorre de maneira unidirecional e crescente em complexidade, mas pode ser observada através das relações de parentesco entre os grupos de animais (SANTOS; CALOR, 2007). Seria muito bom que a maioria de nossos estudantes compreendessem o que Margulis (2002) enfatiza: “Todos os seres vivos, desde a minúscula bactéria até o membro de um comitê do Congresso, evoluíram do antigo ancestral comum que desenvolveu a autopoese e que, com isso, tornou-se a primeira célula viva.”. Para facilitar a compreensão dessas relações de parentesco, reforçamos nossa aposta na abordagem filogenética ao planejar uma intervenção que, além de contemplar a abordagem filogenética no ensino, utilize alguns conceitos básicos tais como de embriologia, termos evolutivos e de genes Hox, pois acreditamos que o incremento deles é muito importante como forma de potencializar o ensino e favorecer o aprendizado sobre diversidade zoológica, no que tange principalmente a invertebrados no EM. Também atesta a possibilidade de uma nova metodologia adequada ao universo dos professores da rede pública e privada, mediante adaptações ao seu planejamento e realidade escolar, pois não exige conhecimentos largos e extensos de filogenia, embriologia, genética e evolução, mas conceitos básicos, que se interligam no pensamento, na exposição do assunto e no uso dos recursos audiovisuais.

CAPÍTULO 2

CONTEXTO DA PESQUISA E ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo tem como foco uma descrição detalhada de uma parte importante da investigação, pois a metodologia empregada na pesquisa revela o percurso escolhido, as fases e o planejamento desenvolvido. Trataremos aqui dos vários aspectos da metodologia aplicada no nosso estudo, desde a escolha do objeto de investigação, a descrição do referencial teórico-metodológico da pesquisa de design educacional, a sistematização dos princípios de planejamento, a construção da inovação educacional sob forma de SD, a construção dos instrumentos de coleta de dados e os procedimentos de análise. Inicialmente, é preciso informar que a pesquisa desenvolvida é qualitativa e quantitativa. Para tanto usamos análises estatísticas de dados de questionários com questões fechadas e análise das transcrições das interações discursivas da sala de aula, a fim de fazer uma análise mais robusta dos dados.

PESQUISA DE *DESIGN* EDUCACIONAL E A ELABORAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE *DESIGN* DE INOVAÇÕES EDUCACIONAIS

2.1 Sobre os Princípios de *Design*

O suporte teórico que orientou o nosso estudo foi o referencial teórico-metodológico da Pesquisa de Design Educacional, que pode ser compreendido como um estudo sistemático do planejamento, da implementação, da avaliação e da manutenção de intervenções educacionais como soluções para problemas complexos da prática educacional (THE DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE, 2003). O propósito está além do desenvolvimento de inovações educacionais, mas também na ampliação do conhecimento sobre os processos de planejamento e implementação em sala de aula e das características dessas intervenções que são promissoras para o alcance de determinadas expectativas educacionais. Essa investigação se dá por meio da validação de princípios de planejamento (ou design), os quais são entendidos como produtos teóricos da pesquisa de design educacional, que podem vir a compor uma teoria de ensino específica para um dado domínio (por exemplo, para o ensino de zoologia) (PLOMP, 2009 apud SARMENTO, 2016).

Dentro da pesquisa de design, encontramos os estudos de desenvolvimento de inovação educacional (NIEVEEN et al., 2006), que visam resolver problemas educacionais complexos,

por meio de pesquisa sistemática que possibilita a construção e validação de princípios de planejamento (design) de SD que possam ser aplicadas em diversos contextos. Os estudos de desenvolvimento (NIEVEEN et al., 2006) envolvem o desenvolvimento iterativo da inovação educacional e validação dos princípios de design por meio de ciclos de testes de diferentes versões ou protótipos em contextos diversos, com número crescente de participantes (professores e estudantes). Essa abordagem procura desenvolver e validar características destas intervenções (princípios de planejamento ou design), que podem ser compreendidas como produtos teóricos capazes de compor uma teoria ou prática de ensino (PLOMP, 2009). A validação dos princípios ocorre por meio da comparação entre as vias de aprendizagem pretendidas e as vias de aprendizagem efetivamente realizadas em sala de aula (validação interna).

Os estudos de desenvolvimento da *design research*, de acordo com Plomp (2009), envolvem 3 fases: (1) pesquisa preliminar; (2) fase de prototipagem; (3) fase de avaliação. A fase de pesquisa preliminar envolve revisão da literatura, estudo do contexto real de ensino para a proposição e produção de um quadro conceitual que irá orientar o estudo e o estabelecimento de princípios de design iniciais para a construção da intervenção, visando buscar soluções para um problema real da prática educacional. Os princípios de design são as características, de natureza substantiva, que orientam a construção da SD. São esses princípios que, ao serem validados, após a avaliação de protótipos sucessivos, se constituem em generalizações teóricas da pesquisa de design. A fase de prototipagem engloba ciclos de investigação em que protótipos são testados e aperfeiçoados. Nesta fase é realizada uma avaliação formativa visando reflexões acerca dos resultados parciais para melhorar e refinar a intervenção. O presente estudo construiu, implementou e investigou apenas o primeiro protótipo. A fase de avaliação, também chamada de semi-somativa, serve para concluir se a intervenção, depois de várias iterações, satisfaz as especificações pré-determinadas.

A pesquisa de design como metodologia permite uma abordagem que analisa as implementações realizadas em sala de aula com o propósito de investigar o processo de construção do aprendizado escolar. Essas implementações em sala de aula servem para refletir como ocorreram os problemas relativos à aprendizagem e, assim, permitem avaliar como ocorreu o processo de ensino, a construção da aprendizagem sobre o assunto a partir das observações dos estudantes. Segundo El-Hani et al. (2011), a pesquisa de design viabiliza a construção de questões de pesquisa sobre o aperfeiçoamento de inovações educacionais. Além disso, é um referencial teórico-metodológico que traz uma grande contribuição para o

incremento do quadro teórico sobre o processo de ensino e aprendizagem (THE DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE, 2003).

Partindo da nossa pergunta de pesquisa e com o auxílio do referencial teórico-metodológico que o orientou, construímos alguns princípios de design para o planejamento de um primeiro protótipo da SD, cuja implementação ocorreu no contexto real de ensino, em um colégio estadual, com seis turmas do segundo ano do ensino médio.

O CoPPEC vem usando essa abordagem por meio de uma adaptação a sua prática social de pesquisa colaborativa, de modo a torná-la ainda mais adequada e relevante para a solução de problemas reais da prática docente, pois, diferentemente da abordagem tradicional da pesquisa de design, a pesquisa colaborativa potencializa a participação ativa dos professores da educação básica, valorizando o conhecimento docente. Os professores colaboram com o seu conhecimento experiencial e sua prática por serem profundos conhecedores das suas salas de aula, direcionando questões de pesquisa, avaliando a viabilidade das abordagens metodológicas, condição essa necessária se queremos solucionar problemas complexos do processo de ensino e aprendizagem (SARMENTO et al., 2011, 2013; MUNIZ et al., 2012; MIRANDA et al., 2013; SÁ et al., 2015). Assim, eles participam de todas as etapas da pesquisa, desde o seu planejamento, passando pelo seu desenvolvimento, até a análise e discussão dos dados. Os pesquisadores sugerem bibliografia, apresentam e esclarecem abordagens metodológicas, orientam a coleta e análise dos dados e também a escrita de artigos (ALMEIDA, 2014).

Nessa abordagem, pesquisadores, estudantes de licenciatura e professores, em colaboração e informados por pesquisas prévias e revisão de literatura relevante, planejam e desenvolvem intervenções, por meio do estudo cuidadoso de protótipos sucessivos de intervenções em seus contextos-alvo, com o objetivo de produzir e validar princípios de planejamento (design), entendidos como generalizações de caráter teórico que, em contraste com as sequências didáticas em si mesmas, têm o potencial de serem transponíveis para outros contextos de ensino.

O CoPPEC escolheu a *design research* para orientar suas pesquisas situadas na sala de aula por ser uma abordagem metodológica que, além de permitir a construção de questões de pesquisa sobre o aperfeiçoamento de inovações educacionais (El-HANI et al., 2011), possibilita uma melhor compreensão das complexas interações existentes no universo escolar e do modo como essas interações podem influenciar no processo de ensino e aprendizagem (BROWN, 1992; COBB et al., 2003). A *design research* também contribui para aumentar o acervo teórico sobre o processo de ensino e aprendizagem (THE DESIGN-BASED RESEARCH

COLLECTIVE, 2003), valorizando o conhecimento docente, uma vez que reconhece os limites da teoria educacional para a construção de intervenções situadas na sala de aula (SHAVELSON et al., 2003).

2.2 Sistematização dos princípios de planejamento

Os princípios de design que orientaram o planejamento da SD podem ser sistematizados, segundo proposta do grupo de pesquisa GCPEC, adaptada da formulação de Van den Akker (1999)⁶. Assim, temos a seguinte fórmula para a enunciação dos princípios de design:

Se você deseja construir uma intervenção X para o propósito/função Y em um contexto Z, é aconselhável:

- (1) Adotar a característica A, para o propósito/função y1, realizando o procedimento K, em razão do argumento P.
- (2) Adotar a característica B, para o propósito/função y2, realizando o procedimento L, em razão do argumento Q.
- (3) Adotar a característica C, para o propósito/função y3, realizando o procedimento M, em razão do argumento R.
- (...)

Os princípios foram ajustados pela adaptação da fórmula de Van den Akker (1999) pelo GCPEC e pelo estudo aplicado pela professora-pesquisadora de modo a definir tanto suas características substantivas, quanto as procedimentais, utilizadas nos princípios de design utilizados na nossa SD através da sentença a seguir:

Para construir uma sequência didática com o potencial de promover uma melhor compreensão sobre diversidade de animais no contexto da segunda série do Ensino Médio, é aconselhável provê-la com as seguintes características:

- (1) Com uma abordagem filogenética, para promover compreensão das relações de parentesco sob uma perspectiva darwiniana, implementada por meio de discussões sobre ancestralidade comum e uso de modelos explicativos de tais ancestralidades (cladogramas). A razão que nos conduziu a utilizar a filogenia foi a necessidade de inovar o ensino de Zoologia, modificando a visão sobre a classificação e sobre as características gerais e específicas dos grupos de seres vivos. Recomenda-se a implementação desta característica substantiva por meio das seguintes características procedimentais: (a) O uso de recursos e estratégias didáticas que promovam o desenvolvimento do pensamento filogenético, para favorecer a compreensão das

⁶Se você deseja construir uma intervenção X para o propósito/função Y em um contexto Z, então é aconselhável prover esta intervenção das características A, B e C [ênfase substantiva], e a fazer isso por meio dos procedimentos K, L e M [ênfase procedimental], em razão dos argumentos P, Q e R.

relações de parentesco entre os grupos. Recomenda-se a implementação desta característica substantiva por meio das seguintes características procedimentais: (b) desenvolver aula expositiva dialogada sobre ancestralidade comum, homologia, monofilia, anagênese e cladogênese, e (c) comparar a ideia de evolução linear com a analogia da árvore, exemplificando-as com devidas representações.

- (2) Com o uso da abordagem comparativa entre grupos de invertebrados para motivar os estudantes e contextualizar o ensino de Zoologia, fazendo isso por meio de narrativas explicativas sobre a evolução dos grupos. Escolhemos essa abordagem uma vez que tem o potencial de desenvolver nos estudantes uma melhor compreensão sobre a história evolutiva dos grupos dos invertebrados, possibilitando melhor aprendizagem conceitual sobre diversidade zoológica. Recomenda-se a implementação desta característica substantiva por meio das seguintes características procedimentais: (a) aplicar questionário inicial, sobre evolução, focando sobre questões sobre características específicas e gerais de invertebrados para permitir, além do conhecimento das concepções prévias dos estudantes,

(3) Com uma abordagem socioecológica de saúde a fim de estabelecer contextualização e favorecer o desenvolvimento de uma consciência crítica acerca da importância de cada espécie no ambiente e suas relações com outras espécies, bem como sobre a necessidade de preservá-las, implementada por meio de discussões sobre os aspectos ecológicos e de saúde pública individual e coletiva relacionados aos animais. Escolhemos adotar esta abordagem socioecológica, uma vez que a mesma apresenta uma visão globalizante da saúde, que reconhece a relação entre o indivíduo, o patógeno e o ambiente, visando o bem-estar individual e coletivo. Recomenda-se a implementação desta característica substantiva por meio das seguintes características procedimentais: (a) A aplicação de questionários com textos enfocando conteúdos de saúde e ecologia.

(4) Com um processo coletivo e cooperativo de aprendizagem, para auxiliar na construção dos conceitos, no plano social da sala de aula, mediados pela linguagem, a partir da implementação de atividades de interação e discussão em pequenos grupos de estudantes, apoiados pelo professor, em virtude de uma decisão metodológica de tomar como pressuposto para a construção da sequência didática uma visão sociocultural de aprendizagem. Esta visão se fundamenta na ideia de que as funções mentais superiores, a exemplo da formação dos conceitos, ocorrem primeiro no plano social, como uma categoria interpsicológica, e, após a internalização de experiências vivenciadas socialmente, torna-se uma categoria intrapsicológica, sendo que as relações entre estas duas categorias são mediadas por signos

construídos social e culturalmente, a exemplo da linguagem. Recomenda-se a implementação desta característica substantiva por meio das seguintes características procedimentais: (a) Atividades em grupo no laboratório ou/e em campo (praias, jardins etc.), com a observação com lupas de amostras e “in vivo “e a realização de exercícios e relatórios.

2.3 Desenho metodológico e investigação da sequência didática

2.3.1 Coleta de dados

Para a avaliação do primeiro protótipo, usamos, de acordo com os critérios de validação a posteriori (ARTIGUE, 1996; MÉHEUT, 2005), uma validação interna, realizada a partir de diferentes fontes de dados, tais como: 1) questionários com questões fechadas (QI, QII e QIII, Apêndice A), com foco na aprendizagem conceitual sobre diversidade zoológica; e 2) filmagens, para análise de interações discursivas na sala de aula. Essa validação torna-se bastante robusta quando cruzamos os dados dos questionários com as interações discursivas realizadas em sala de aula, com o propósito de avaliar quais as expectativas docente e expectativas de aprendizagem (Apêndice B), previstas nos princípios de design, foram efetivamente alcançadas. Para avaliação da SD usamos também: 3) questionário sociocultural e sócio-econômico e 4) cadernos de campo escritos por professores-pesquisadores, para uma descrição do contexto de ensino. Desta forma, uma triangulação de dados nos permitiu fazer uma análise do processo de desenvolvimento da SD, do contexto de ensino de sua aplicação e da evolução da compreensão conceitual pelos estudantes.

A SD foi aplicada em seis (6) turmas da segunda série do EM por uma professora-pesquisadora integrante do CoPPEC, e também autora deste trabalho. As turmas investigadas somavam um total de 167 estudantes, entretanto, a fim de manter a correspondência na análise dos dados, apenas 107 estudantes fizeram parte da amostragem final, por participaram de todas as etapas de coleta de dados, ou seja realizarem os três questionários planejados para a SD. Os responsáveis pelos estudantes e os diretores militar e pedagógico receberam e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido autorizando a realização da pesquisa (Apêndice C)

Todos os três questionários aplicados na SD foram construídos de forma colaborativa com os integrantes do CoPPEC, sendo validados por seus membros. Primeiramente foi construída uma versão dos questionários, que foi avaliada por professores pesquisadores, estudantes de pós-graduação e pesquisadores universitários do grupo, que avaliaram quesitos

necessários para a aplicação dos instrumentos, tais como: eficiência, clareza e a adequação aos objetivos da pesquisa educacional. Posteriormente ao refinamento e adequação, os questionários foram aplicados na coleta dos dados.

Por ser uma intervenção realizada no contexto real de ensino, criamos um quadro contendo os conteúdos e os objetivos educacionais da SD, sendo que os instrumentos de coleta de dados também representaram os instrumentos de avaliação da unidade letiva.

Para a elaboração dos questionários (QI, QII e QIII), construímos um banco com 18 questões, divididas em seis categorias. Cada categoria corresponde a um cenário, no qual as questões estão inseridas, sendo três questões para cada cenário: i. filogenia, ii. características específicas dos invertebrados, iii. evolução dos sistemas dos invertebrados, iv. evolução (fatores evolutivos), v. relação entre invertebrados e saúde individual e coletiva e vi. relações ecológicas dos invertebrados.

A partir do banco de questões, construímos três questionários, aplicados em três momentos da SD. Em cada aplicação, usamos apenas duas questões fechadas de cada cenário (12 questões), substituindo uma questão, de modo que cada questão foi aplicada duas vezes. Usamos esse procedimento a fim de minimizar o efeito do teste, isto é, que o estudante apresentasse melhor desempenho ao responder uma mesma questão pela segunda vez, apenas pela repetição. Sorteamos as questões substituídas, assim como a ordem em que apareciam no questionário.

2.3.2 Análise de dados

As respostas que os alunos deram às questões foram tabuladas como certas (1) ou erradas (0) com o objetivo de converter em dados binários para que pudessem ser analisadas por testes estatísticos, resultando em uma pontuação percentual (score) para as respostas. Geramos também dois escores parciais (“Filogenia e Evolução” e “Zoologia”) a partir da soma das categorias “filogenia e evolução (fatores evolutivos)” e das categorias “características específicas dos invertebrados” e “evolução dos sistemas dos invertebrados”, respectivamente.

Para que pudessemos definir a análise estatística dos dados dos questionários fechados, foi necessário testar a normalidade e a homogeneidade da variância dos resultados obtidos com a amostra investigada. Esse procedimento foi necessário para que definíssemos se seriam usados testes paramétricos ou não-paramétricos para testar a hipótese de que as vias de aprendizagem planejadas foram realizadas em sala de aula.

Todos os testes foram realizados através do programa SPSS™ bem como os gráficos e tabelas. A normalidade foi testada através de um teste de Shapiro-Wilk para cada questionário Q1, Q2 e Q3 (sig. 0,000; 0,000 e 0,042, respectivamente), conforme tabela 1 e figuras 1, 2 e 3. A partir dos resultados do teste de Shapiro-Wilk (Sig. < 0,05), rejeitamos a hipótese de normalidade dos dados.

Tabela 1: Resultados do teste de normalidade (Shapiro-Wilk).

Shapiro-Wilk			
	Estadística	Gf	Sig.
Q_1	0,930	107	0,000
Q_2	0,930	107	0,000
Q_3	0,975	107	0,042

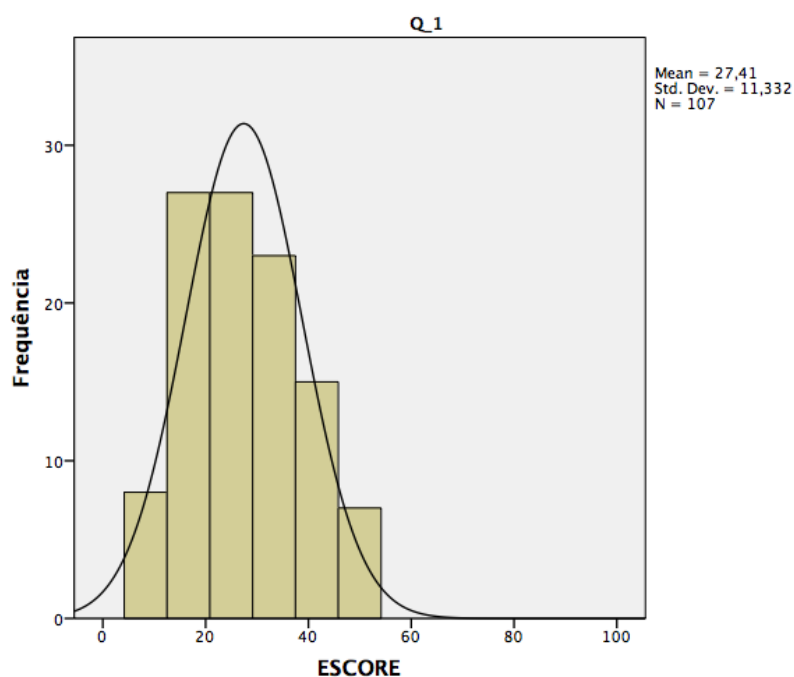


Figura 9 – Histogramas de frequência dos escores obtidos no Q1.

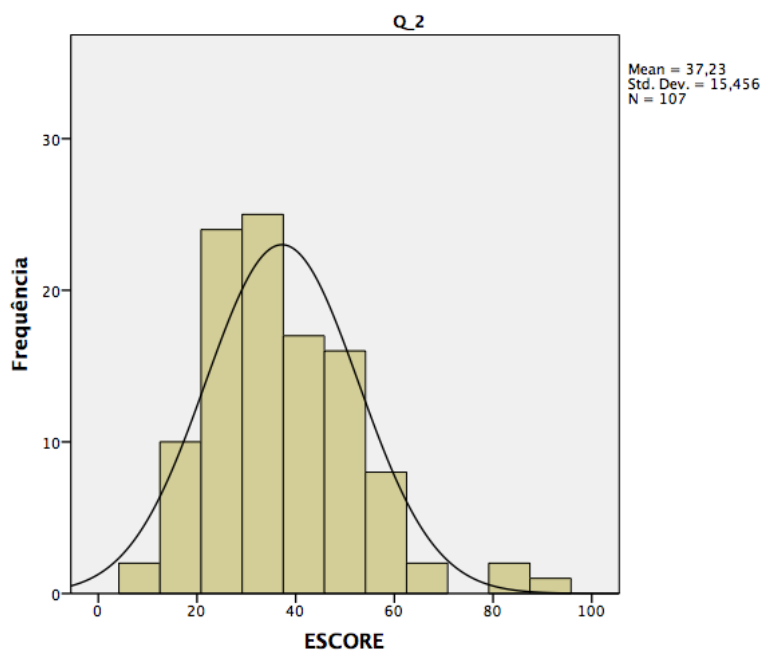


Figura 10 – Histogramas de frequência dos escores obtidos no Q2.

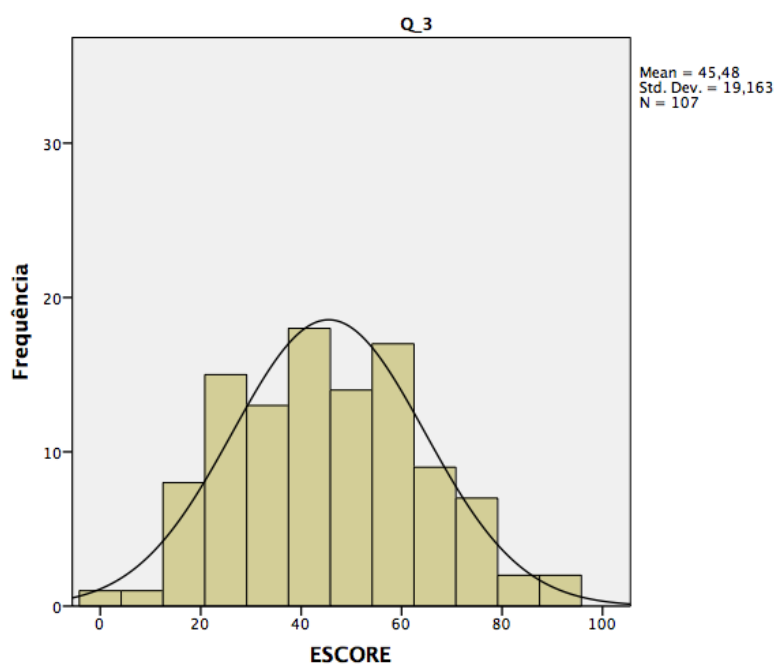


Figura 11 – Histogramas de frequência dos escores obtidos no Q3.

A homogeneidade da variância foi verificada através de um teste de Levene onde sig. foi menor que 0,000 (Sig. < 0,05). A partir dos resultados do teste, a hipótese de homogeneidade da variância também foi rejeitada (tabela 2).

Tabela 2: Resultados do teste de homogeneidade da variância (Levene).

Estatística Levene	de	df1	df2	Sig.
13,537		2	318	0,000

Apesar dos dados não serem normais nem apresentarem homogeneidade de variância, resolvemos proceder com um teste paramétrico. Optamos por proceder desta forma pois, submetendo dados não paramétricos a um teste paramétrico, estamos, na verdade, aumentando o rigor do teste sobre os dados. Procedemos, então, realizando uma ANCOVA como teste estatístico, onde os escores parciais de Filogenia e Evolução e Zoologia foram incorporados ao modelo. Este desenho estatístico nos permite observar tanto o modelo geral como, através da regressão das covariáveis, a influência de cada covariável sobre o modelo geral, excluindo a influência da outra.

Os resultados foram analisados a partir da triangulação das médias dos escores dos estudantes nos Q1, Q2 e Q3 com os dados das filmagens das interações discursivas de sala de aula. Esse procedimento metodológico após análise das aulas da sequência didática em sala e em campo, revelou que ocorreu a compreensão dos conceitos trabalhados com os estudantes. Analisamos a dimensão semântica das interações discursivas em sala de aula por meio da metodologia de análise de padrão temático de Lemke (1997), que propõe que as interações discursivas nas salas de aula de ciências, ou como ele designa o diálogo da ciência, podem ser descritas por dois padrões: um padrão organizacional, representado pela estrutura das atividades da aula, e o padrão temático (SARMENTO, 2016, p. 49). A partir de uma combinação de palavras, ou mais especificamente, as relações semânticas entre termos conceituais – itens temáticos – de um campo da ciência que dão origem ao padrão temático, partindo da ideia de um possível método para analisar a relação entre pensamento e linguagem e a análise semântica do discurso, isto é, a análise do sentido da linguagem e do significado da palavra (VIGOSTSKI, 2001), Lemke (1997) propôs para este fim a análise do padrão temático, estruturado a partir das relações semânticas estabelecidas entre os conceitos de um determinado campo de conhecimento.

As relações semânticas são expressas por meio de abreviaturas e apresentadas por meio de pares separados por uma barra, sendo que a abreviatura que aparece antes da barra (/) está vinculada ao primeiro termo e a segunda expressa a função semântica do segundo termo. Tais relações foram propostas por Lemke e adaptadas pelo CoPPEC, estando presentes num glossário apresentado em anexo no trabalho de Muniz (2016). Neste trabalho só apresentaremos

o significado dos termos que nos interessam para construir o padrão da professora e o padrão dos alunos presentes no discurso de sala de aula.

Para realizamos a análise primeiramente vamos identificar os itens temáticos presentes no discurso de sala de aula, em seguida construiremos as relações semânticas entre cada termo, determinando o significado com que palavras estão sendo usadas para falar de um tema particular, logo depois elaboramos o padrão temático contendo todas as relações semânticas disponibilizadas no plano social pelo professor e pelo aluno. Por fim, procederemos a comparação dos padrões construídos pela professora e pelos estudantes para avaliar o quanto são próximos, uma vez que essa congruência é um indício de apropriação da linguagem da ciência escolar.

2.3.3 Descrição do contexto da pesquisa

Fizemos uma descrição do contexto social dos alunos no colégio onde ocorreu nossa pesquisa, nos inspirando em pressupostos da pesquisa etnográfica. Essa descrição consistiu em uma caracterização dos alunos e de uma ampla análise dos dados, possibilitando sua aplicação em outros contextos, por parte dos outros professores, desde que a adaptem para seus próprios contextos de ensino.

O nosso estudo ocorreu no Colégio da Polícia Militar da Bahia (CPM), unidade Dendezeiros, situado no município de Salvador, em área pertencente ao Complexo da Vila Policial Militar do Bonfim. É um colégio de grande porte, que ministra aulas para o Ensino Fundamental I, Ensino Fundamental II e Ensino Médio. Atualmente, o colégio funciona nos turnos matutino e vespertino e o ensino é ministrado gratuitamente, atendendo estudantes dos sexos masculino e feminino desde 1994.

Os participantes da pesquisa foram estudantes da segunda série do EM, em sua maioria com idade entre 15 a 17 anos. Entre estes estudantes 55% são do sexo feminino e 40% do sexo masculino, sendo que 5% não responderam esta questão. A maioria é natural de Salvador e estudou o Ensino Fundamental II, bem como a 1ª série do Ensino Médio no CPM. A metade dos estudantes afirma que os pais auxiliam no estudo. Este é um indicativo de que a família tem uma participação razoavelmente ativa na vida escolar dos estudantes. A maioria dos pais acompanha o rendimento e participa das reuniões.

O ensino do CPM é considerado bom para 50% dos estudantes, possuindo bons professores (9%), não se pode considerar pela avaliação desses grupos de alunos do 2 ano, O CPM, como uma das melhores escolas públicas de Salvador (15%). Os motivos que levaram os

estudantes a frequentarem o CPM são: uma decisão dos pais, a qualidade de ensino (considerado um dos melhores colégios da rede pública de Salvador), a disciplina, a segurança, o desejo do estudante e a presença de amigos que estudam nesta instituição. Dentre os problemas apontados pelos estudantes em suas respostas aqueles que apresentam maiores frequências são: falta de estrutura e alguns professores não ensinarem satisfatoriamente.

As disciplinas escolares que os estudantes mais gostam, em virtude principalmente da afinidade, são da área naturais e exatas. Biologia é a disciplina que aparece com maior frequência nas respostas (42%). Os estudantes (59%) acreditam que as disciplinas escolares são importantes para o cotidiano, devido à necessidade do conhecimento destas disciplinas na vida cotidiana (12%). No tocante à Biologia, a maioria dos alunos afirma que seu conteúdo é importante para o cotidiano, porque estuda coisas sobre os seres humanos (14%), ensina sobre a vida (9%), doenças (20%) e os seres vivos (8%), além disso 8% dizem que é uma disciplina importante para concursos vestibulares e ENEM.

A maioria dos estudantes estuda de 1 a 2 horas por dia (53%) e mais de duas (24%). As fontes de pesquisa para estudo e trabalhos são, principalmente, livros didáticos, enciclopédias virtuais, anotações manuais de tópicos das aulas, blogs e sites em geral, vídeo aulas e busca na internet, sendo que estes três últimos apresentaram as maiores frequências, respectivamente, 53%, 71% e 74%.

Em relação aos meios de comunicação que os estudantes têm acesso, podemos notar que 94% deles têm acesso à internet e 72% têm TV por assinatura. Livros e rádio também apresentaram porcentagens acima da média. Jornais (10%) e revistas (47%) configuram-se como os meios de comunicação menos utilizados pelos estudantes para ter acesso a informações. É interessante observar que os programas jornalísticos apresentam a segunda maior frequência (26%) entre os programas que os estudantes mais assistem, só perdem para os seriados (28%). Outros programas de TV mais assistidos pelos estudantes são: novelas, desenho animado, filmes, programas esportivos, humorísticos, documentários, programas de entretenimento e de música.

No que diz respeito a atividades de lazer mais praticadas pelos estudantes, muitos (46%) mencionaram atividades físicas, dentre elas o futebol teve destaque (21%). As lutas tiveram a segunda maior frequência (6%). Além disso, foram assinaladas como atividades de lazer o shopping, cinema, jogar vídeo game, computador, ficar no celular, passear com os amigos e familiares, viajar, ir à igreja, cantar, dançar, assistir TV, ir a shows, jogar RPG e dominó, ir ao teatro, dormir e namorar. Contudo, algo que chamou nossa atenção foi a porcentagem de estudantes que reportaram a leitura como uma das suas atividades de lazer (16%), pois a leitura

amplia o conhecimento, não só da língua, mas também do conteúdo abordado no livro, além de incrementar a capacidade de interpretação do indivíduo. Outro dado importante que evidencia o apreço dos estudantes pela leitura é a porcentagem de estudantes que afirma gostar de ler (70%) e muitos destes estudantes (33%) leem mais de 5 livros por ano. Observa-se também que a maioria (52%) dos estudantes diz que gosta de ler notícias sobre o avanço da ciência, o que está atrelado, principalmente, ao interesse pela notícia (16%), necessidade de ficar informado (6%) e atualizado (5%) e curiosidade (3%). Entretanto, 21% dos estudantes dizem que não têm interesse por esse tipo de notícia.

A maioria dos estudantes tem que dividir seu tempo entre as atividades escolares e extraclasse, sendo que apenas 8% dos estudantes reporta não praticar nenhuma das atividades extraclasse elencadas no questionário. As interações em redes sociais obtiveram maior frequência entre as atividades extracurriculares praticadas pelos estudantes (57%), seguidas de atividades desportivas (35%), jogos eletrônicos (31%), estudo de línguas (26%) e atividades artísticas (18%).

A maioria dos estudantes mora com 2 a 4 pessoas nos mais variados bairros de Salvador, do centro e da periferia, além de ter alguns alunos que residem em outros municípios da região metropolitana. Geralmente, eles moram com o pai, a mãe e os irmãos. Frequentemente, o pai e a mãe são responsáveis pelo sustento do lar. Com raras exceções, os estudantes das turmas que participaram do estudo não possuem nenhuma atividade laboral que contribua com a renda familiar. É comum (43%) que estes estudantes tenham um irmão, mas há aqueles que não têm irmãos (19%) ou têm dois (18%), três (13%) e quatro ou mais (9%). Na residência dos estudantes, geralmente, moram duas (31%) ou três pessoas (31%). A maioria dos pais são civis e têm o Ensino Médio completo (43%) ou Superior completo (24%). No que diz respeito às mães, também a maioria é civil e apresenta Ensino Médio completo (49%) ou Superior completo 21%.

2.4 Elaboração e aplicação da sequência didática

A implementação da SD ocorreu no contexto real da sala de aula e foi construída em colaboração como os membros do CoPPEC e conduzida por professores pesquisadores do grupo, considerando os critérios de justificação *a priori* (MÉHEUT, 2005), provendo-a com conteúdos conceituais e procedimentais adequados ao ensino de zoologia no planejamento escolar do segundo ano do EM, com o propósito de tornar a intervenção adequada ao contexto escolar. Considerando-se que os professores devem adequar a SD à dimensão didática do seu

contexto de ensino, ela foi planejada para ser implementada em 15 horas-aula de 45 min, dentro do cronograma escolar, sendo três aulas semanais.

Estes critérios de justificação *a priori* (MÉHEUT, 2005) são categorizados em três dimensões: 1) epistemológica relacionada à aprendizagem dos conteúdos, à resolução de problemas a partir deles e à sua gênese histórica; 2) psicocognitiva, que analisa as características cognitivas dos estudantes, que se relacionam com a aptidão para compreensão do assunto; e 3) didática, referente às restrições do funcionamento da instituição escolar (programas, cronogramas, carga horária etc.).

Os quatro princípios de design que nortearam a construção da SD, derivados da literatura, do processo de pesquisa em ensino de Ciências e do saber docente foram: 1) Uso da abordagem filogenética, para promover compreensão das relações de parentesco sob uma perspectiva darwiniana; 2) Uso da abordagem comparativa entre grupos de invertebrados para motivar os estudantes e contextualizar o ensino de zoologia; 3) Uso de uma abordagem socioecológica de saúde a fim de estabelecer contextualização e favorecer o desenvolvimento de uma consciência crítica acerca da importância de cada espécie no ambiente e suas relações com outras espécies, bem como sobre a necessidade de preservá-las; 4) Processo coletivo e cooperativo de aprendizagem, para auxiliar na construção dos conceitos, no plano social da sala de aula, mediados pela linguagem, a partir da implementação de atividades de interação e discussão em pequenos grupos de estudantes, apoiados pelo professor.

2.5 Planejamento da sequência didática

No parágrafo seguinte consta um breve resumo sobre as ações e atividades planejadas e realizadas na Sequência didática. Para maiores esclarecimentos, vide apêndices B, C e D.

Primeira aula - Aplicação da Dinâmica (DiZI)

Na primeira aula, aplicamos a dinâmica da zoologia de invertebrados - DiZI (SILVA, 2014), como atividade lúdica, visando introduzir as discussões sobre diversidade de organismos. O objetivo da dinâmica é mostrar a importância da organização para compreensão da diversidade dos seres vivos. Previamente preparamos o material necessário para a realização da dinâmica, que denominamos de “kits”, então foram organizados cinco kits, sendo um kit por equipe. Cada Kit foi constituído cada um deles por vinte e cinco (25) imagens (xerocopiadas e plastificadas) de invertebrados diversos dos grupos estudados tais como: água-viva, caravela,

esponja, coral, planária, verme, artrópode etc. (Figura 12). O kit também continha, cola, hidrocor, cartolina e papel ofício.



Figura 12 - Imagens de invertebrados diversos da DiZI

Fonte: Silva et al. (2014).

Para a realização da atividade, sugerimos a formação de pequenos grupos de estudantes. No nosso estudo, foram constituídas cinco equipes com cinco estudantes para que os mesmos pudessem classificar os invertebrados de forma mais organizada. O tempo destinado para a escolha pelos estudantes do critério para agrupamento dos animais e colagem das figuras na cartolina foi de uma aula de 50 minutos.

As equipes foram orientadas a separar os organismos em tantos grupos quanto julgassem pertinente para agrupar os organismos de acordo com suas características, semelhanças. Os critérios usados para formar esses agrupamentos deveriam ser discutidos e formulados pelas equipes, que deveriam colar as imagens na cartolina, destacando os grupos e os critérios de classificação. No final de 50 minutos, as cartolinas de cada grupo foram entregues à professora,

juntamente com o relatório contendo a descrição do critério usado na classificação. É interessante que o professor discuta com os estudantes sobre o critério escolhido, a importância da classificação, e chame a atenção para espécies semelhantes a fim de sistematizar o conhecimento. Para maiores esclarecimentos, conhecimentos da dinâmica e da análise dos resultados, basta acessar Silva et al. (2014). Dinâmica da zoologia de invertebrados.

Segunda aula: Importância ecológica dos animais vistos na DiZI.

Nessa aula, aproveitando o uso de exemplares da dinâmica com animais, foi realizada a exposição de imagens (Figura 12) para uma discussão dialógica sobre a importância ecológica dos animais invertebrados, sendo usados os exemplares da dinâmica. Uma boa oportunidade para os professores abordarem a importância dos invertebrados, rompendo, assim, com algumas concepções alternativas relacionadas ao pavor ou pensamento de que todos os invertebrados (por exemplo: baratas, minhocas, lacraias, entre outros) ou vertebrados (lagartixa, sapos, cobra-de-duas-cabeças etc.) são nocivos, desse modo promove-se a reflexão e compreensão sobre a importância ecológica das espécies de seres vivos. Essas questões foram discutidas no contexto geral do assunto sobre reino animal, permitindo a articulação ao cotidiano dos estudantes e promovendo o ensino sobre ecologia.

Terceira aula: leitura de texto de divulgação científica

Na terceira aula, foi distribuída uma cópia de um texto de divulgação científica, “As cicatrizes da evolução”⁷ (fonte:<http://veja.abril.com.br/ciencia/as-cicatrizes-da-evolucao/>), sendo solicitado aos estudantes que realizassem a leitura e discussão de assuntos presentes no texto. Foi possível, com esse texto simples, perceber as concepções trazidas pelos estudantes sobre evolução e a reflexão sobre os pontos positivos e negativos da evolução dentro do tema abordado no texto. Após a leitura e discussão do texto em dupla os estudantes responderam algumas perguntas e entregaram à professora antes do início da discussão mediada por ela. Essa atividade favoreceu a introdução posterior de alguns conceitos evolutivos (mutação, variabilidade, seleção natural e especiação).

Quarta aula: Apresentação de um vídeo da BBC e do filme sobre evolução "Nós, os fantásticos seres vivos, uma breve história sobre evolução".

Esse vídeo é uma animação para todas as idades, que mostra de uma forma lúdica a evolução através de uma árvore dos seres vivos a partir de um ancestral comum. É muito interessante pois serviu perfeitamente como uma revisão animada de todos os conceitos abordados na sala de aula, inclusive dos termos evolutivos (seleção natural, mutação, adaptação, isolamento geográfico etc.) abordados durante as aulas da SD, de uma forma didática, simples e divertida. (Fonte: <http://www.youtube.com/watch?pybkhi5rqqs>)

⁷ Disponível em <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/as-cicatrizes-da-evolucao>.

Quinta aula: Cladograma

Na quinta aula, foi introduzido o conceito de ancestralidade comum por meio de apresentação do cladograma (Figura 6) (definição e importância). Nessa aula, trabalhamos a relação entre evolução e filogenia, explicando sobre a origem dos invertebrados. O ideal seria que o professor, após uma breve explicação sobre o que é um cladograma, inserisse a importância da árvore da vida na compreensão das relações de parentesco entre os grupos (por exemplo, as espécies), a medida que fosse construindo passo-a-passo os “ramos” e colocando as espécies de invertebrados.

Sugerimos que após a explicação breve do significado e da importância do cladograma, o professor mostre outras árvores, por exemplo a que contém os cinco Reinos (Figura 5) e comece a construção citando o protista flagelado como ancestral dos animais e, a partir desse ramo, continue narrando a história evolutiva enquanto constrói o cladograma (Figura 4). É importante destacar que o professor deve chamar a atenção, à medida que for escrevendo em cada ponto ou “nó”, para as características importantes e que, uma vez surgidas, estariam presentes no cladograma em todos os grupos surgidos posteriormente, ou seja, essa informação não precisaria mais ser repetida à medida que fosse citando os novos grupos ou filios de invertebrados.

Sexta aula – Embriologia-fases

Na quinta aula, fizemos uma breve introdução sobre embriologia comparada, através do uso de uma abordagem comparativa, com narrativas explicativas, com o auxílio de imagens ilustrando as fases do desenvolvimento embrionário (célula-ovo ou Zigoto → Mórula → Blástula → Gástrula → Nêurula). A partir daí relacionamos as fases fundamentais que originam as características que são compartilhadas pelos grupos de invertebrados, justificando suas posições na representação do cladograma, utilizando a abordagem filogenética que intercala características gerais, de grupos mais abrangentes (Zoom out) e características mais específicas, grupos mais restritos (Zoom in) de invertebrados.

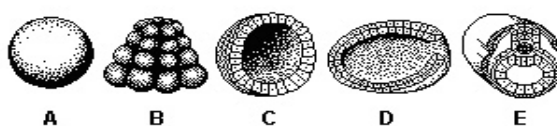


Figura 13 - Fases do desenvolvimento embrionário, marcando o surgimento do tecido e das esponjas.

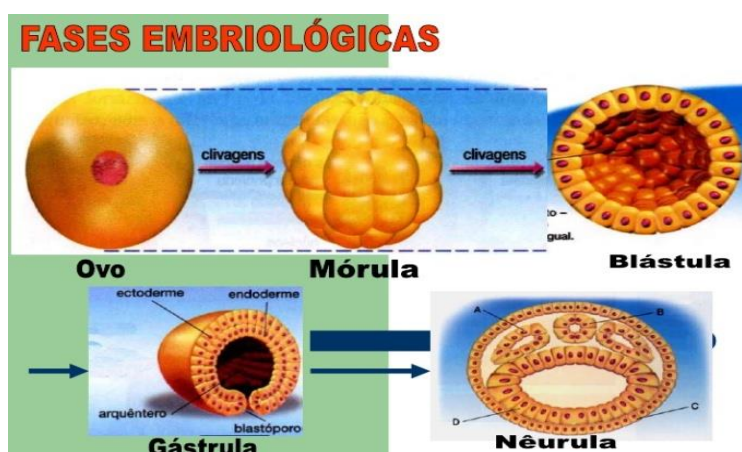


Figura 14 - Fases do desenvolvimento embrionário. Gástrula e Nêurula.

Fonte www.pt.slideshare.net/cantandobio/embriologia

A Figura 15 (abaixo) mostra o início da construção do cladograma, no quadro branco. e a figura (Figura 16) em destaque (abaixo) foi usada para mostrar a célula unicelular flagelada, que é condizente com a teoria sobre a origem dos metazoários. A figura 17, ilustra os poríferos que representam os animais com organização e células especializadas (inclusive os coanócitos), cujo desenvolvimento embrionário não ultrapassa a fase de mórula e, portanto, não possuem tecidos “verdadeiros”. No momento do uso do equipamento do datashow, todas as figuras usadas para montagem passo-a-passo do cladograma, foram mostradas em slides. Como o exemplo o slide (Figura 1) para recapitular o assunto.



Figura 15 – Início do cladograma de invertebrados.

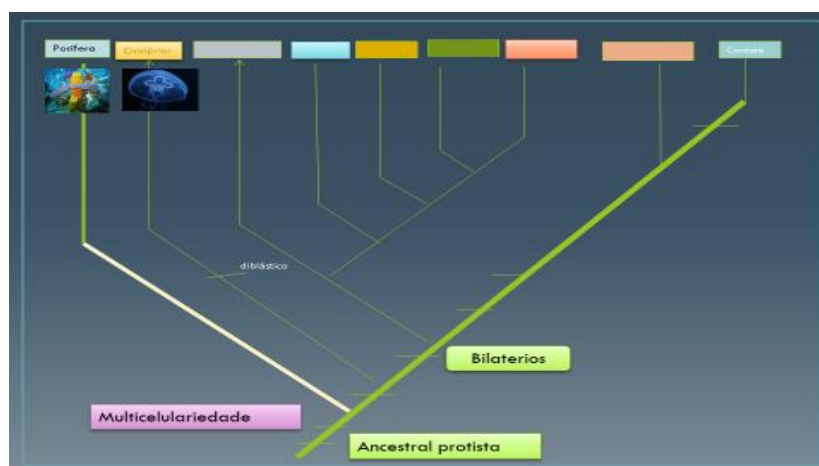


Figura 16. Slide mostrando passo a passo (modo zoom-in e zoom-out).

Início do cladograma.

Sétima aula – Aula expositiva dialógica sobre características embriológicas

Nessa aula, ocorreu o uso de uma abordagem comparada de noções embriológicas, através do uso de narrativas explicativas e com o auxílio de imagens ilustrando os caminhos de desenvolvimento do blastóporo, que pode originar: Protostômios e Deuterostômios; quanto à quantidade de folhetos embrionários e denominação das camadas; e quanto à origem do celoma, e a importância de cada uma delas para o desenvolvimento dos animais. (Figura 17 a Figura 19).



Figura 17. Poríferos.

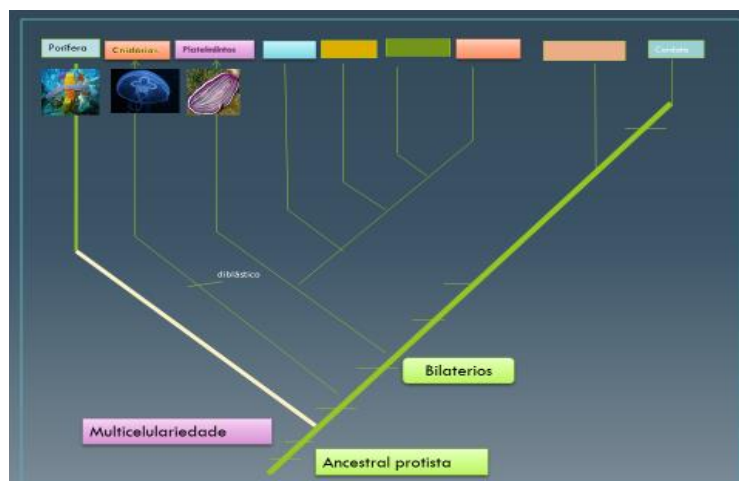


Figura 18. Origem dos Protostômios e bilaterios (zoom-out)

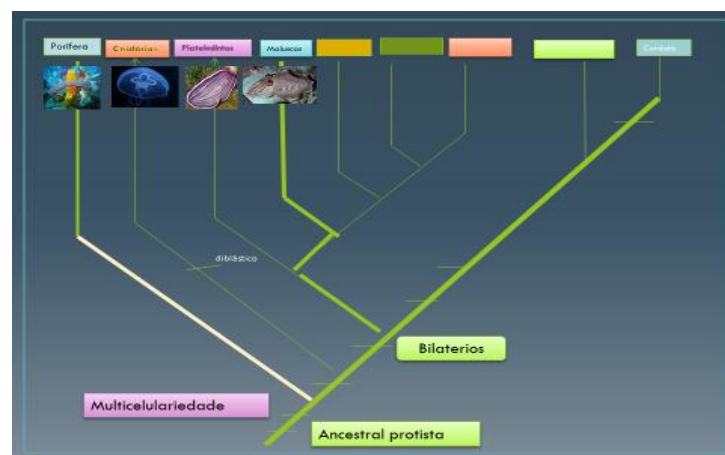


Figura 19. Relações filogenéticas entre os animais.

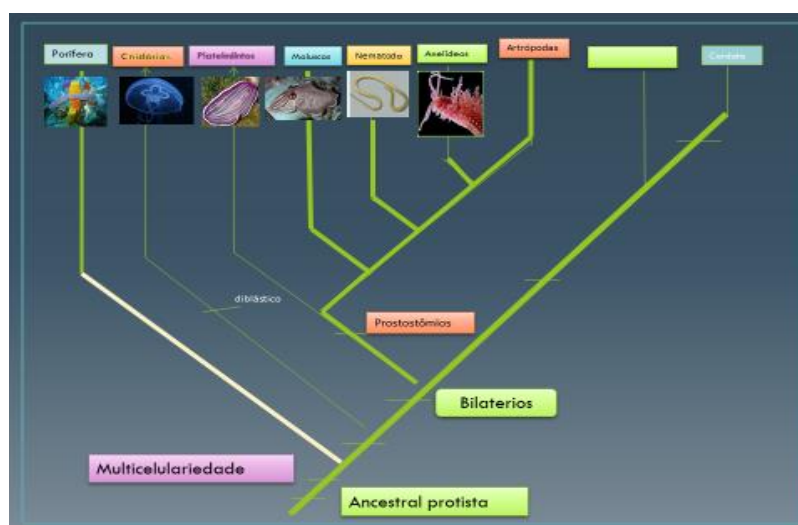


Figura 20. Origem dos Deuterostômios, Triblásticos, celoma e metameria.

Oitava aula – Aula expositiva dialógica para apresentar a fisiologia dos invertebrados

Realizamos uma aula expositiva dialógica com o auxílio de imagens (slides) de animais invertebrados e já apresentando os exemplares aos grupos a que pertencem; esponjas (Poríferos); corais, água-viva (Cnidários); planárias, tênias (Platelmintos); Lombrigas (Nematoda); minhoca (Anelídeos); polvo (Moluscos); borboleta (artrópodes) e estrela-do-mar (equinodermos) dentro de cladogramas, a fim de apresentar as características compartilhadas pelos grupos de invertebrados, justificando suas posições na representação do cladograma e abordando a fisiologia dos invertebrados. Para isso usando a técnica de aproximação ou visualização do grupo (Zoom in) e dele entre os demais (Zoom out) e específicas dos grupos de invertebrados.

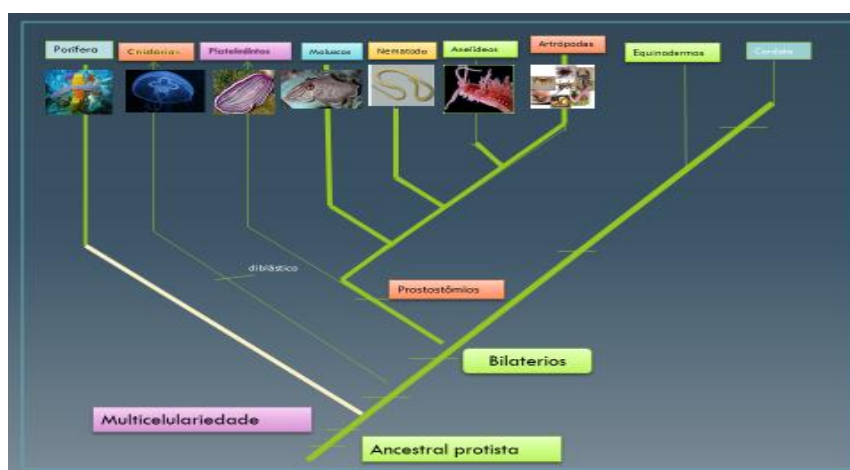


Figura 21. Surgimento dos Deuterostômios.

Nona aula - Foi realizada a segunda coleta de dados.

Aplicamos o questionário de questões fechadas II (Q II) a fim de realizar a segunda coleta de dados e avaliar o desenvolvimento da compreensão conceitual dos estudantes até a oitava aula.

Décima aula - Aula expositiva dialógica sobre características fisiológicas gerais e específicas dos grupos de invertebrados.

Nessa aula, fizemos uma abordagem comparativa de características gerais (Zoom out) e específicas (Zoom in) de cada um dos nove grupos de invertebrados, focando as novidades evolutivas surgidas nos sistemas digestório, respiratório, circulatório, nervoso e excretor de todos eles.

Décima primeira aula - Abordagem sobre saúde (Aspectos médicos e ecológicos dos grupos de invertebrados).

Nessa aula foram abordados os aspectos de saúde e importância social dos ciclos de vida e também trabalhamos aspectos relacionados à saúde e à ecologia dos grupos de invertebrados. Nessa aula, foram abordados alguns aspectos ecológicos, médicos e curiosidades de alguns filos (ou grupos) de invertebrados.

Décima segunda aula – Uso de cladogramas. Para compreensão de conceitos: homologia, grupos-irmãos, monofiléticos, modelo do “móvil”. Foram mostrados aos alunos os exemplares abaixo (Figuras 22 e 23).

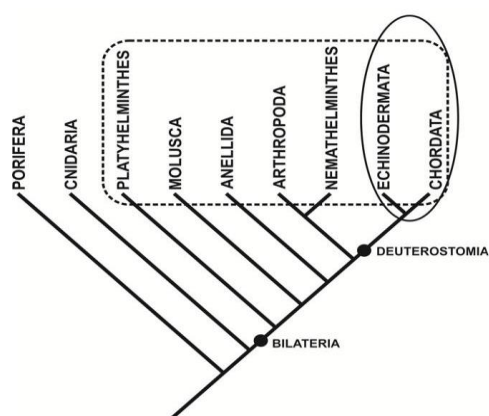
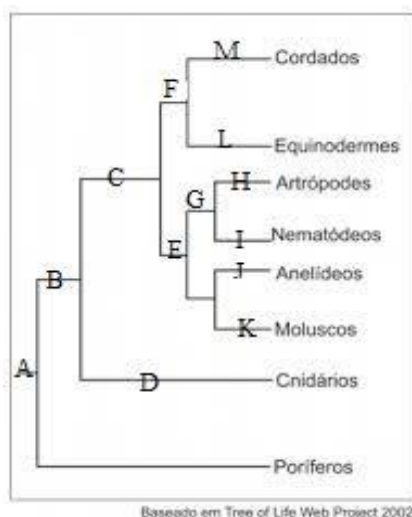


Figura 22. Cladograma.

Figura 23. Modelo construído pelo grupo de estudo FOCA.

Décima terceira aula – Apresentação de imagens para visualização dos grupos. Uso de cladogramas

Nessa aula, foram mostrados alguns cladogramas como ilustração de termos filogenéticos básicos, tais como: grupos-irmãos; homologia, monofiléticos.

Fica uma sugestão para futuras sequências didáticas aplicadas por outros pares (professores-pesquisadores) a criação e aplicação de um jogo sobre a evolução dos sistemas digestórios, respiratórios, circulatórios e nervoso durante a evolução dos invertebrados, como atividade em grupo.

Décima quarta aula – Aula prática para manipulação de exemplares

Desenvolvemos durante a aula uma prática no laboratório com três exemplares de espécies diversas de invertebrados em cada grupo de estudantes. O objetivo desta aula foi aprimorar o conhecimento através do manuseio de animais para visualização de características.

Décima quinta aula – Terceira coleta de dados

Duas semanas após o término da SD, aplicamos o questionário de questões fechadas III (Q III) a fim de realizarmos a terceira coleta e avaliar o desenvolvimento da compreensão conceitual dos estudantes. Os questionários I, II e III serão discutidos na seção 3.

As figuras de 7 a 17 trazem os materiais trabalhados em sala com os estudantes.

As figuras 7, 9 e 13, trabalhadas em sala de aula com os estudantes, mostram nomes de grupos isolados de invertebrados com descrição de características específicas desses grupos e foram usadas com o objetivo de interligar ou fazer a ponte de conhecimentos entre o material visto no livro didático (conteúdo tradicional) e a nova proposta de visualizar ao mesmo tempo no cladograma todos os grupos, em busca da filogenia ou do grau de parentesco, funcionando como uma metodologia que mostra o “todo” (Zoom-in) e o específico (Zoom-in).

CAPÍTULO 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teste de hipótese

Os resultados da ANCOVA evidenciam que tanto o modelo geral como os modelos parciais foram significativos ($\text{sig.} < 0,000$), mostrando que houve efeito positivo da sequência didática tanto para o ensino de evolução e filogenia quanto para ensino de zoologia, mesmo excluindo o efeito de um sobre o outro (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados da ANCOVA

Fonte	Soma de quadrados tipo III	Gl	Média dos quadrados	F	Sig.
Modelo Corrigido	75068,300 ^a	4	18767,075	292,125	0,000
Intercept	4205,897	1	4205,897	65,468	0,000
FIL_EVO	21423,377	1	21423,377	333,472	0,000
ZOO	24813,939	1	24813,939	386,249	0,000
ONDA	1117,692	2	558,846	8,699	0,000
Erro	20300,913	316	64,243		
Total	527916,169	321			
Total Corrigido	95369,213	320			

O Gráfico de dispersão (figura 24) mostra que entre os momentos de análise ocorreu um aumento dos valores médios dos escores, com maior dispersão para valores mais altos. A linha de tendência indica a existência de efeito da intervenção na aprendizagem dos alunos, o que já foi corroborado pelos resultados da ANCOVA.

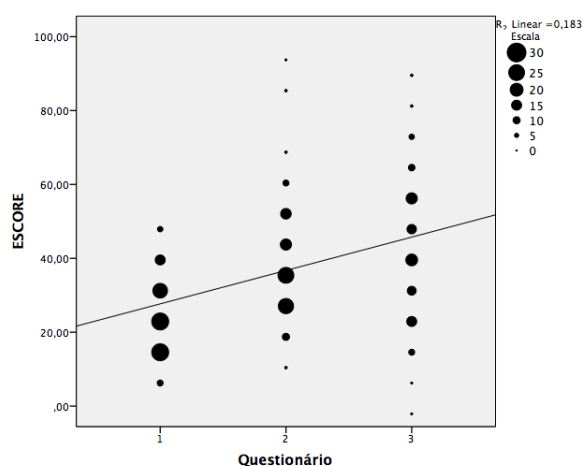


Figura 24: Gráfico de dispersão dos escores totais pelos escores parciais dos questionários.

Corroborando a existência de um efeito da SD sobre a aprendizagem dos estudantes acerca de conteúdos de filogenia, evolução e zoologia, as figuras 19 e 20 mostram a relação do escore total com os escores parciais concernentes aos conteúdos de filogenia e evolução e de zoologia, respectivamente. Existe uma relação positiva entre o escore total e os escores parciais. Portanto, há indícios sobre a contribuição de cada um dos temas para os resultados gerais do teste, corroborando a inferência de que houve ganhos de compreensão sobre os conteúdos trabalhados. Os resultados obtidos na ANCOVA corroboram o padrão visto nos gráficos de dispersão (Figuras 24 e 25).

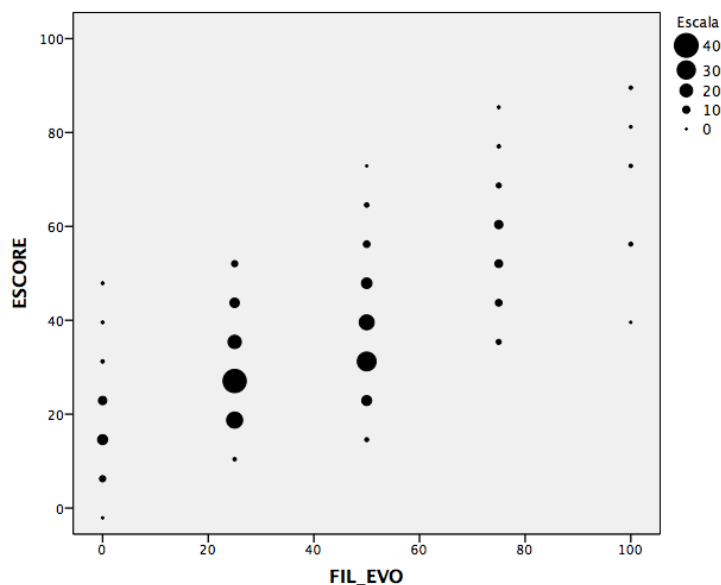


Figura 25: Gráfico de dispersão dos escores total pelos escores parciais de evolução e filogenia.

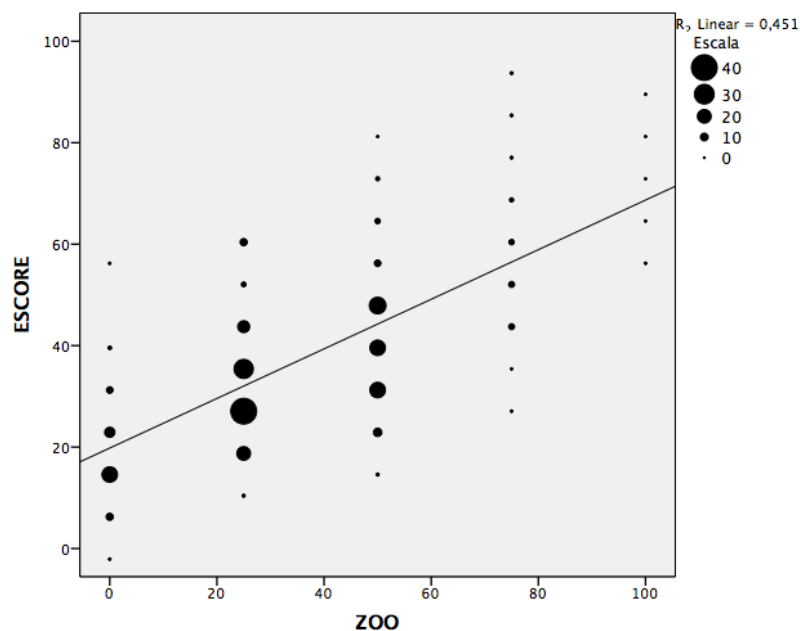


Figura 26: Gráfico de dispersão dos escores totais pelos escores parciais de zoologia.

3.2 Análise geral do processo de compreensão conceitual ao longo da SD

Apresentamos, nessa seção, uma descrição dos resultados das questões fechadas dos três questionários (Q1, Q2 e Q3) de coleta de dados. Como dito na seção anterior, coletamos dados por meio de diversos instrumentos, dentre os quais usamos questionários com questões fechadas com foco na aprendizagem conceitual e na construção de uma visão rica acerca de características da zoologia; (2) filmagens para análise de interações discursivas na sala de aula; e (3) questionário sociocultural aplicado aos estudantes participantes e cadernos de campo escritos por professores-pesquisadores para uma descrição etnográfica do contexto de ensino. A triangulação desses dados nos permitiu inferir quais princípios de *design* foram validados, quais deles precisam ser melhorados e quais deveriam ser abandonados, sempre visando o refinamento do protótipo testado e a ampliação do conhecimento acerca das características da SD.

Os dados coletados a partir dos três questionários evidenciaram que, nas seis categorias, há um incremento no percentual de acerto dos estudantes. Os dados de marcação das alternativas pelos estudantes nos três momentos de coleta de dados subsidiam as discussões dos temas abordados nos cenários do questionário: i. filogenia, ii. características específicas dos invertebrados, iii. evolução dos sistemas dos invertebrados, iv. evolução (fatores evolutivos), v. relação entre invertebrados e saúde individual e coletiva e vi. relações ecológicas dos invertebrados. Apresentamos, a seguir, cada tema abordado nos cenários do nosso instrumento de coleta de dados.

Apresentamos, nessa seção, uma descrição dos resultados das questões fechadas dos três questionários de coleta de dados. Coletamos dados por meio de diversos instrumentos, dentre os quais questionários com questões fechadas com foco na aprendizagem conceitual de zoologia de invertebrados por meio do uso da filogenia. Os questionários foram aplicados em três momentos distintos da SD com a finalidade de observar o processo de compreensão dos conceitos trabalhados em sala de aula. O questionário 1 (Q1) foi aplicado uma semana antes do início da SD, o questionário 2 (Q2), na semana quatro da SD e o questionário 3 (Q3), duas semanas após o término da SD.

A tabela 4 apresenta os resultados, em percentuais, das respostas dos estudantes aos três questionários. Na primeira coluna, apresentamos as seis categorias que orientaram a construção dos questionários ('Filogenia', 'Características específicas', 'Evolução dos sistemas', 'Evolução', 'Saúde' e 'Ecologia'). Cada uma dessas categorias corresponde a um cenário, no qual as questões estão inseridas, sendo três questões para cada cenário, representando um total de 18 questões (cenários de A F). Em cada questionário apenas duas questões de cada cenário foram utilizadas, totalizando apenas 12 questões abertas. As colunas subsequentes apresentam

os percentuais de marcação para cada alternativa (A, B, C, D) das questões dos questionários - Q1, Q2 e Q3. Em cinza, destacamos os percentuais de marcação dos estudantes relacionados com as respostas às alternativas corretas de cada questão e sublinhamos as alternativas com maiores percentuais de marcação para cada uma das questões. Em cada linha representamos as questões que se repetem nos instrumentos, por exemplo, a questão A1 do Q1 é a mesma do Q3, já a questão A2 também é encontrada no Q1 e Q2 e assim sucessivamente, conforme procedimentos metodológicos descritos.

Tabela 4- Comparação entre os percentuais de acerto das questões e os cenários.

Questão	QI				QII				QIII				
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Cenário A - FILOGENIA	A1	33,64	14,02	12,15	40,19	-	-	-	28,97	20,56	9,35	41,12	
	A2	0,00	4,67	85,05	10,28	0,93	5,61	85,05	8,41				
	A3					11,21	1,87	12,15	74,77	8,41	1,87	2,80	86,92
Cenário B - CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	B1	<u>51,40</u>	15,89	28,04	4,67				20,56	43,93	22,43	13,08	
	B2	16,82	28,97	42,06	12,15	19,63	31,78	13,08	35,51				
	B3					10,280	41,121	38,318	10,280	25,234	49,533	10,280	14,953
Cenário C - EVOLUÇÃO DOS SITEMAS	C1	<u>33,64</u>	25,23	33,64	7,48	17,76	17,76	59,81	4,67				
	C2	33,64	12,15	27,10	27,10				17,76	9,35	43,93	28,97	
	C3					17,76	13,08	10,28	58,88	10,28	12,15	29,91	47,66
Cenário D - EVOLUÇÃO	D1	42,99	14,02	14,95	28,04	37,38	14,95	13,08	34,58				
	D2	28,04	21,50	43,93	6,54				22,43	14,95	45,79	16,82	
	D3					2,804	19,626	17,757	59,813	2,804	14,953	23,364	58,879
Cenário E- SAÚDE	E1	24,30	15,89	8,41	51,40					21,50	30,84	6,54	41,12
	E2	14,95	10,28	44,86	29,91	13,08	17,76	31,78	37,38				
	E3					42,06	15,89	30,84	11,21	27,10	14,02	36,45	22,43
Cenário F - ECOLOGIA	F1	9,35	<u>50,47</u>	29,91	10,28	6,54	<u>43,93</u>	40,19	9,35				
	F2	57,94	19,63	13,08	9,35*					43,93	10,28	30,84*	14,95*
	F3					4,67	36,45	14,02	44,86	4,67	70,09	2,80	22,43

Quando comparamos o percentual de marcação em todas as categorias nos três questionários observamos, de maneira geral, que há um incremento no percentual de acerto dos estudantes, entretanto nas categorias ‘Filogenia’, ‘Características específicas’, ‘Evolução’ e ‘Ecologia’ existem questões em que há uma redução no percentual de acerto. Os maiores percentuais de acerto são encontrados nas categorias ‘Filogenia’ e ‘Ecologia’.

Nas próximas seções, discutiremos, de forma mais detalhada, os resultados para os conteúdos trabalhados em sala.

3.2.1 Filogenia

Nessa categoria o nosso objetivo era observar como os estudantes compreendem o processo de evolução dos organismos, segundo a ideia de ancestralidade comum.

Na questão Filo 1, usamos a árvore evolutiva dos répteis a fim de observar a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos relacionados à sistemática filogenética. No Q1, 14,02% dos estudantes assinalam corretamente a alternativa que afirma que as aves fazem

parte do grupo dos dinossauros. Percebemos que no Q3 esse percentual aumenta para 20,56%, indicando um pequeno incremento na aprendizagem deste conteúdo e na habilidade da interpretação do cladograma. O maior percentual de marcação, tanto no Q1 quanto no Q3, é a alternativa que traz a ideia equivocada que os pterossauros, embora voassem, seriam parentes mais próximos dos dinossauros com chifres do que das aves (40,19 no Q1 e 41,12% no Q3). Aparentemente, os estudantes interpretam que a distância física na figura do cladograma corresponde à distância evolutiva. Outra alternativa que tem um grande índice de marcação (33,64% no Q1 e 28,97% no Q3) aponta que dentre os organismos apresentados no cladograma os mais evoluídos são as aves, o que indica que eles leem o cladograma como se o último organismo apresentado fosse o mais evoluído, reafirmando essa concepção de que quanto mais distante, quando comparado a outros, mais evoluído é o organismo.

Na questão Filo 2, ainda em relação aos conceitos relacionados à sistemática filogenética, usamos como exemplo a árvore evolutiva do *Homo sapiens*. A maioria dos estudantes tanto no Q1 quanto no Q2 (85,05%) concebem a evolução como uma sequência linear, sendo que o último organismo é sempre o mais evoluído. Evidenciamos que a mesma concepção alternativa que aparece na questão Filo1 é persistente, mesmo após a intervenção, principalmente quando se trata da espécie humana, por causa do argumento apresentado na própria questão de que os humanos tendem a acreditar que são o resultado final de um processo evolucionário especial (ALBUQUERQUE, 2003). Contudo, na verdade o processo evolutivo é o mesmo para todas as espécies. Observamos também que os estudantes não conseguem interpretar corretamente a árvore filogenética, uma vez que a alternativa correta da questão pedia que eles identificassem, por meio de uma leitura do cladograma, o ancestral hipotético mais recente do *Homo erectus* e das linhagens derivadas do ancestral hipotético do *Homo sapiens* e do *Homo de neanderthales*. Isso pode ser evidenciado, pois houve uma redução da marcação da alternativa correta de 10,28% no Q1, para 8,41% no Q2. Uma hipótese para o alto índice de erro dessa questão também pode ter ocorrido devido ao uso, na alternativa, do termo ‘ancestral hipotético’, quando esse termo não foi usado nas explicações sobre o tema em sala de aula pela professora.

Na questão Filo 3, ao contrário do que ocorre nas questões Filo 1 e Filo 2, os estudantes conseguem interpretar adequadamente o cladograma, conseguindo observar o grau de parentesco entre os felinos apresentados na questão. No Q2, 74,77% dos estudantes concordam com a alternativa que afirma que o gato-mourisco e o puma são geneticamente mais aparentados entre si do que o gato-mourisco e o gato-doméstico. O percentual de acerto da questão aumenta para 86,92% no Q3. Os nossos achados podem evidenciar que a identificação de grau de

parentesco, a partir da leitura do cladograma, é uma tarefa mais fácil para os estudantes executarem, pela proximidade que os mais aparentados apresentam em relação ao ancestral comum hipotético, no modelo apresentado.

3.2.2 Características específicas dos invertebrados

Em relação às características específicas fundamentais para o sucesso evolutivo de determinados grupos de invertebrados, podemos perceber que no Q1 51,40% dos estudantes concordam equivocadamente que os anelídeos apresentam endoesqueleto calcário que lhe garante maior flexibilidade corporal, no Q3, nesta mesma questão, esse percentual diminui para 20,56%. Fazendo referência ao grupo dos nematóides 15,89% dos estudantes concordam que o pseudoceloma, exclusivo desse grupo, atua como esqueleto hidrostático, favorecendo a locomoção e proporcionando-lhes a forma cilíndrica. No Q3, há um aumento de concordância dessa alternativa (43,93%), indicando que houve a compreensão da importância dessa estrutura para estes animais. Para o grupo dos cnidários, nossos dados evidenciam que 28,04% dos estudantes fazem uma associação equivocada do sistema ambulacrário com os cnidários. No Q3, esse percentual de concordância com essa afirmação reduz para 22,48%. No grupo dos platelmintos, no Q1, 4,67% dos estudantes fazem associação equivocada entre esse grupo e a rádula, no Q3, ao contrário do que esperávamos, observamos que esse percentual aumenta para 13,08%, apesar de discutido esse tema em sala de aula. Acreditamos que tal fato se deve a uma confusão entre a rádula dos moluscos e a laringe dos platelmintos.

No Q1, 16,82% dos estudantes concordam com a afirmativa que os cnidários são o único grupo de organismos que não apresenta formação de tecido. Esse percentual aumenta, ao contrário do que esperávamos, para 19,63% no Q2. Da mesma forma aumenta o percentual de estudantes que concordam equivocadamente (de 28,97% para 31,78%) que platelmintos são parasitas, por isso apresentam órgão de fixação e penetração no hospedeiro. Percebemos que os estudantes não conseguiram estabelecer a associação entre equinodermos e sistema ambulacrário, pois o percentual desta questão diminui após a instrução (de 42,06% para 13,08%). A nossa expectativa era que aumentasse, pois durante as aulas a professora discutiu a importância dessa estrutura para esses animais. Este resultado corrobora a associação entre cnidários e sistema ambulacrário apresentada na questão anterior. Em relação aos moluscos, os nossos dados evidenciam um aumento de percentual da concordância equivocada de que a cefalização é uma novidade evolutiva dos moluscos (12,15% para 35,51%). Ainda com relação às características específicas dos invertebrados há uma diminuição do grau de compreensão das características específicas.

Ainda com relação às características particulares, 10,28% dos estudantes afirmam que os poríferos são caracterizados pela formação de dois folhetos embrionários. Este percentual aumenta no Q3 para 25,23%. Com relação aos artrópodes, os nossos dados apontam que 41,12% dos estudantes no Q2 marcam corretamente que este é o único grupo dos invertebrados que possui estruturas especiais para excreção, esse percentual de concordância aumenta para 49,53% no Q3. No Q2, 38,32 dos estudantes assinalam a alternativa que afirma que os equinodermos são os únicos invertebrados que apresentam sistema digestório incompleto, e de acordo com o esperado, no Q3 este percentual reduz para 10,28%. Com relação aos moluscos, no Q2 10,28% dos estudantes assinalam que a presença de exoesqueleto é uma característica exclusiva dos moluscos, esse percentual aumenta para 14,95% no Q3. Há um aumento do percentual de marcação de 43,7% para 49,5% da questão correta, indicando que houve apropriação das características específicas.

3.2.3 Evolução dos sistemas

Na questão sobre Evolução dos Sistemas, a respeito das trocas gasosas nos invertebrados, 33,64% dos estudantes concordam de forma equivocada com a alternativa que afirma que os moluscos realizam essa função por pulmões foliáceos, este percentual diminui para 17,76% no Q2. Acerca do sistema reprodutivo, no Q1, 25,23% concordam que os invertebrados se caracterizam pela reprodução sexuada e o hermafroditismo, este percentual decresce para 17,76% no Q2. Os dados evidenciam que os estudantes reconhecem as estruturas do sistema digestório incompleto e seu funcionamento, uma vez que houve um aumento da porcentagem de estudantes (de 33,64% no Q1 para 59,81% no Q2) que marcaram a alternativa que informa que o sistema digestório incompleto é formado por boca, esôfago e faringe, por onde entram e saem os resíduos alimentares. Com relação ao sistema nervoso, 7,48% dos estudantes afirmam que aumentos dos gânglios nervosos é uma novidade evolutiva que ocorre nos equinodermos, no Q2 este percentual diminui para 4,62%.

Ainda em relação à Evolução dos Sistemas nos Invertebrados, os nossos dados evidenciam que 33,64% dos estudantes assinalam equivocadamente a alternativa que afirma que a respiração branquial é uma novidade evolutiva que ocorre a partir do nematódeos. No Q3, após a instrução este percentual reduz para 17,76%. Já acerca do sistema circulatório, no Q1 apenas 12,15% dos estudantes relacionam a redução do celoma com o desenvolvimento do sistema circulatório aberto, percebemos que há uma redução de concordância para 9,35%. Com relação ao sistema digestório, 27,10% dos estudantes afirmam que nos anelídeos surgiu o sistema digestório completo, este percentual aumenta para 43,93%. Acreditamos que isso se deve à forma do corpo desses animais, que é cilíndrica, assim como os nematódeos que também

têm este formato, nos quais surge primeiramente essa característica. Com relação à respiração aérea, 27,10% dos estudantes afirmam corretamente que os moluscos são os únicos que desenvolvem estruturas como pulmão esse percentual sobe para 28,97%. Esses dados evidenciam um pequeno incremento, o que nos surpreende, pois os alunos já haviam recebido instrução sobre este assunto.

Acerca dos Sistemas, observamos que, no Q2, 17,76% dos estudantes afirmam que a complexidade do sistema digestório ocorreu nos cnidários, e no Q3 este percentual diminuiu, como era esperado, para 10,28%. Com relação ao sistema nervoso, 13,08% afirmam que a complexidade do sistema nervoso só ocorre a partir dos moluscos e esse percentual reduz para 12,15% no Q3. Com relação ao sistema circulatório, apenas 10,8% dos estudantes relacionam corretamente o desenvolvimento do sistema circulatório ao aumento do volume corporal, esse percentual aumenta para 29,91% no Q3. Observamos que 58,88% dos estudantes concordam equivocadamente que o surgimento dos três folhetos embrionários ocorreu nos anelídeos, permitindo a expansão do corpo e favorecendo a evolução do sistema respiratório e digestório, no Q3 este percentual reduz para 47,66%.

O baixo rendimento nas categorias Características Específicas e Evolução dos Sistemas pode estar atrelado à natureza abstrata do conhecimento que mobiliza. A aprendizagem dessas características, mesmo com o uso da Sistemática Filogenética, precisa de um trabalho mais detalhado em sala de aula, requerendo estratégias diferenciadas tais como a manipulação de animais, modelagem das estruturas e sistemas e a comparação da evolução destas por meio de ilustrações ou esquemas.

3.2.4 Evolução

No Q1, a maioria dos estudantes (72%) desconhecem que fenômenos naturais, como o surgimento da cordilheira dos Andes, podem servir como uma barreira geográfica, a qual proporciona ambientes distintos, que permitem que as populações evoluam e se diferenciem isoladamente, formando novas espécies em cada lado da cordilheira. Observa-se que 43% dos estudantes marcaram de forma equivocada a alternativa que afirma que a seleção natural provoca mutações favoráveis e a adaptação da população a um determinado ambiente. No Q2, observa-se que a maioria dos estudantes (65,4%) continua desconhecendo os mecanismos da especiação. Nota-se que o maior índice de marcação (37,4%) continua sendo a alternativa que afirma que a seleção natural causa mutações favoráveis e adaptação da população. Os índices de marcação das outras duas alternativas que afirmam (1) isolamento geográfico provoca o surgimento de novas estruturas e processos na população; (2) a pressão ambiental fez com que

os organismos desenvolvessem mecanismos para se tornar mais adaptados permanecem praticamente os mesmos no Q1 e Q2.

Ainda em relação aos mecanismos da evolução, encontramos que no Q1 43,93% dos estudantes afirmam que os organismos são selecionados por suas variações favoráveis ao ambiente, sobrevivendo de forma diferencial. Esse percentual de acerto aumenta para 45,79% no Q3. Apesar de as respostas dos estudantes convergirem, tanto no Q1 como no Q3, para a ideia adequada do mecanismo, concepções alternativas foram encontradas, tais como: os organismos são agentes dos processos de adaptação e evolução (28,04% no Q1 e 22,43% no Q3); O surgimento de novas espécies se dá por mistura de espécies diferentes (28,04% no Q1 para 22,43% no Q3). O percentual de marcação da alternativa que afirma que, por apresentar características compartilhadas, todas as espécies de aranhas serão capazes de sobreviver em qualquer ambiente teve um aumento de praticamente 10% (6,5 % para 16,8%), evidenciando a prevalência desta concepção alternativa.

Com relação às características compartilhadas houve pouca variação no percentual de marcação das alternativas. Os resultados foram praticamente os mesmos, sendo que a maioria dos estudantes tanto no Q2(59,8%) como no Q3 (58,9%) marcam a alternativa correta, a qual afirma que as características compartilhadas representam uma vantagem para a sobrevivência e a reprodução das aranhas nos quatro ambientes distintos. Houve um pequeno aumento de aproximadamente 6 pontos percentuais (17,8 no Q2 para 23,4% no Q3) na marcação da alternativa que afirma que o organismo é capaz de se modificar e se adaptar ao meio, e que as pressões ambientais condicionam o surgimento de variações dos organismos. Tal fato evidencia que há prevalência de duas concepções alternativas, a saber: (1) os organismos como agentes do processo de adaptação e (2) o ambiente como agente do surgimento de variações. A interação discursiva abaixo (Episódio de ensino 1), que ocorreu durante a aula sobre evolução e seleção natural, nos mostra como o padrão semântico da professora difere do padrão semântico dos estudantes.

Episódio 1: Aula sobre evolução

Turno de fala	
Turno 1	Natália: Olha pra aqui (mostra a figura) esse negócio do ambiente/ essa questão/antigamente era comum que houvesse uma quantidade de mariposas brancas/ antes de haver a famosa revolução industrial/isso é história e biologia/ história fala isso/o que aconteceu com as mariposas? / tinha as brancas/ que surgiram por mutação/ as com coloração mais escura/como o tronco que elas viviam era claro/ então o que você acha?/ vinha uma ave lá e quem que a ave avistava/a branquinha ou a escura?

Turno 2	Alunos: a escura
Turno 3	Natália: a escurinha/ a mais escura/o que aconteceu? com advento da revolução industrial/ os troncos ficaram cobertos de fuligem/mais escuros/ aí eu pergunto a vocês as mesmas mariposas neste ambiente/ a mariposa clara e a escura/ quem a ave passou a avistar?
Turno 4	Alunos: a clara
Turno 5	Aluno 9: Por que aconteceu essa mutação?
Turno 6	Natália: não se sabe por que a mutação acontece/ mutação é ao acaso/aleatória/ é um evento que acontece.
Turno 7	Aluno 9: era para a mariposa sobreviver né/ ela mudou porque o ambiente ficou assim
Turno 8	Natália: ninguém sabe por quê/ é igual ao câncer/ ninguém sabe por que acontece/ mas tem fatores que podem levar ao câncer/ como radiação é um fator/ genéticos/ todas essas coisas/[...] o albino teve sucesso/ o ambiente está favorecendo aquela mariposa
Turno 9	Alunos: ((Burburinho))
Turno 10	Professora: só para encerrar/aqui/ rapidinho/ pergunta/sobre essa discussão sobre o que é evolução/ mas vocês acham que a evolução acontece apenas no indivíduo ou numa população inteira?
Turno 11	Aluno 2: num indivíduo que contamina todo mundo
Turno 12	Alunos: ((Burburinho))
Turno 13	Professora: é o indivíduo que evolui ou a população?
Turno 14	Alunos: População
Turno 15	Professora: a mutação acontece em um indivíduo
Turno 16	Aluno: a senhora já assistiu <i>walkdead</i> ?
Turno 17	Professora: o que é isso?
Turno 18	Alunos: série de <i>zombie</i>
Turno 19	Professora: um surgiu com a variação/ o ambiente favoreceu ele/ não favoreceu?/então ele conseguiu se reproduzir
Turno 20	Alunos: ((Burburinho))
Turno 21	Professora: para que ocorra evolução são necessários três fatores agindo/ Primeiro, mutação que é necessária para que surja uma nova variação/o que vai decidir se ela vai ser boa/ positiva/negativa/ quem vai dizer?/
Turno 22	Aluna 1: o ambiente
Turno 23	Professora: é o ambiente/ tá/ essa seleção natural/o ambiente seleciona o mais forte/ o mais apto/ o melhor/ que vai se reproduzir e aí se adaptar ao ambiente/ adaptação é aquela situação do mimetismo/ o que é mimetismo é o animal tentar

	conviver naquele ambiente/ camaleão/ para ele sobreviver escapar do predador/ ele tem células/ chamadas cromatóforos/ que ele consegue/ quando a célula é ativada mudar de cor/ de acordo com o ambiente que ele tá.
--	--

Ao analisarmos todo o episódio, notamos algumas divergências, quando procedemos a comparação entre o padrão temático sobre evolução por seleção natural disponibilizado em sala de aula pela professora e o padrão temático presente no discurso dos estudantes. Essas divergências estão relacionadas principalmente à finalidade das mutações e o modo como estes eventos ocorrem.

A professora utiliza o exemplo da mariposa para explicar os três fatores que condicionam a evolução (mutação, seleção natural e adaptação). No turno de fala 6 o estudante pergunta por que ocorre a mutação. No turno de fala seguinte a professora deixa claro que a mutação é aleatória, estabelecendo a seguinte relação semântica entre os termos (Mutação Pr/Mo aleatória). Contudo, na sequência, o aluno retruca dizendo "foi para mariposa sobreviver" (Mutação -Pr/Rs- Sobrevivência), afirmando que há uma finalidade para a mutação. Neste mesmo turno de fala observamos que o estudante atribui à mudança no ambiente a causa da mutação, quando diz que a mariposa mudou porque o ambiente ficou assim (Mudança do ambiente Cs/Cq Mutação). A professora, no turno de fala 8, dá um feedback negativo ao estudante, dizendo que ninguém sabe o motivo da ocorrência das mutações, reafirmando que elas acontecem aleatoriamente. Há neste turno de fala, também, a referência a fatores que condicionam as mutações, bem como a demarcação por parte da professora do papel do ambiente, nos termos usados por ela: "o ambiente favorece aquela mariposa", ou seja, o ambiente condiciona a variação favorável (Mudança do ambiente Cs/Cq Mutação).

Este distanciamento entre o padrão temático elaborado pela professora e o padrão temático construído pelo aluno foi persistente de forma que observamos respostas dessa natureza, mesmo após aplicação da sequência didática, no teste final.

Assim, as relações semânticas encontradas no discurso da professora foram:

Evolução -It/Cnd- [Mutação -It/Ad- Seleção Natural -It/Ad- Adaptação]

[Variações -Co/Atr -Favorável] - It/Cnd - Ambiente

Mutação Pr/Mo aleatória

Mutações- Cs/Pr - (surgir) Variações

Organismos - Pc/Pr - Sobrevivência e reprodução diferencial

Organismos - Pc/Pr - Seleção Natural

Variações - Atr/Co - Organismos

Adaptação- Atr/Co- Organismo

Já para os estudantes, encontramos as seguintes relações.

[Variações –Co/Atr –Favorável] - It/Cnd – Seleção natural

Mutação Pr/Rs sobrevivência

Mudança do ambiente Cs/Cq Mutação

Organismo Pc/Pr Mutação

Percebemos, com isso, que a professora e os estudantes apresentam diferenças em seus padrões temáticos.

3.2.5 Relação entre invertebrados e saúde individual e coletiva

No Q1, a maioria dos estudantes (84,1%) não conhece a forma de transmissão da esquistossomose, visto que assinalam as alternativas incorretas. Em especial, 51,4% dos estudantes marcam a alternativa que afirma que a construção de redes de esgotamento sanitário é importante para o combate das doenças citadas na questão (teníase, ascaridíase, elefantíase, esquistossomose e amarelão). Nota-se que esta última questão, apesar de ter a porcentagem reduzida no Q3, ainda apresentou o maior índice de marcação (41,1%). Contudo, também percebemos que no Q3 houve um incremento na porcentagem de alunos que marcaram a alternativa correta (15,89% no Q1 para 30,84% no Q3), afirmando que a realização de esclarecimento sobre perigos de banhos em rios e lagoas é uma proposta para prevenção da esquistossomose. No Q1, 24,30% dos estudantes marcam a alternativa que afirma que o combate de parasitose pode se dar por vacinação, no Q3 este percentual reduz para 21,50%.

Quanto às doenças causadas por invertebrados parasitas, percebemos que no Q1 14,95% dos estudantes acreditam que o homem contrai cisticercose por meio de cercárias, este percentual diminui para 13,08% no Q2. Em relação à elefantíase, no Q1, 10,28% dos estudantes concordam com a alternativa que afirma que o mosquito do gênero *Culex* contaminado com filárias é o causador da elefantíase, no Q3 este percentual aumenta para 17,76%. A alternativa que apresenta maior índice de marcação (44,86%) refere-se à doença do amarelão, com a afirmação de que a mesma é contraída por meio da ingestão de água e alimentos contaminados com ovos do ancilóstomo, no Q3 observamos que este percentual diminui para 31,78%. Em relação à alternativa que trata da esquistossomose no Q1 29,91% dos estudantes acreditam que esta doença é transmitida por ingestão de alimentos contaminados com uma larva que se desenvolve dentro de alguns tipos caramujos. No Q3 esse percentual aumenta para 37,38%.

No Q2, a maioria dos alunos desconhece (69,2%) os sintomas da doença causada por oxiúros. Ainda no Q2, o maior índice de marcação (42,1%) se refere à alternativa que afirma que a solitária causa a barriga d'água. No Q3, percebemos que a maioria (63,6%) continua sem saber os sintomas da doença causada por oxiúros, mas desta vez o maior índice de marcação (36,4%) foi nesta alternativa. Observa-se que a alternativa relacionada à doença causada pela solitária apresentou uma redução no índice percentual para 27,1%. No Q2, observamos que 15,89% dos estudantes acreditam que o bicho geográfico causa infecções intestinais, enquanto no Q3 este percentual diminui para 14,02%.

3.2.6 As relações ecológicas dos invertebrados

Em relação à importância ecológica dos invertebrados, percebemos que não houve uma grande variação nos índices de marcação das respostas. No Q1, 29,91% dos estudantes concordaram com a alternativa que informa ser a decomposição um processo importante, pois promove a reciclagem dos nutrientes que fazem parte do ecossistema. Esse percentual aumenta no Q2, para 40,19%, possivelmente após instrução e reflexão dos estudantes.

No Q1, 9,35% assinalaram a alternativa que afirma que quando invertebrados ingerem substâncias no ambiente terrestre ou aquático, não representam perigo para o homem, pois não são repassadas via cadeia alimentar para o consumo humano. No Q2 ocorre a diminuição para 6,54%.

A alternativa que afirma que baratas, minhocas e moscas participam da produção e húmus foi marcada por 50,47% dos estudantes no Q1, sendo que no Q2 houve uma pequena redução para 43,93%. No Q1, 10,28% dos estudantes assinalaram a alternativa que aborda a polinização como responsável pela reprodução das flores, disseminação das sementes e indicador de poluição do ar. No Q2 esse percentual reduz para 9,35%. Supomos que a influência da instrução seja responsável pela baixa marcação nessa alternativa.

No Q2, 36,45% dos estudantes concordaram com a alternativa que traz a informação que a poluição provoca o branqueamento dos ecossistemas dos recifes de corais. No Q3, há um incremento na percentagem (70,09%) de estudantes que passam a concordar com a informação sobre o branqueamento dos corais, provocado pela poluição. No Q2, apenas um pequeno percentual de estudantes (4,67%) acredita que todos os insetos provocam prejuízos, sendo considerados peçonhentos ou “pragas urbanas”. No Q3, não ocorre mudança nesse percentual, que se manteve constante. Em relação à importância dos invertebrados, vimos, no Q2, que 14,02% dos estudantes escolheram a alternativa que afirma que todos as espécies de

invertebrados aquáticos têm potencial econômico, por serem usados como fonte de alimento. Esse percentual diminuiu bastante para 2,80%. Acreditamos que essa redução é decorrente da instrução recebida em sala de aula. Ainda em relação ao tema sobre importância dos invertebrados, no Q2, 44,86% dos estudantes marcam a alternativa que afirma que os invertebrados possuem valor comercial e sua extração predatória ocasiona desequilíbrio dos consumidores primários. No Q3, esse percentual reduz pela metade (22,43%). Acreditamos que a redução se deve possivelmente à instrução dada pela professora sobre a importância e as relações que ocorrem nos grupos de invertebrados.

Ainda sobre a importância ecológica dos invertebrados, no Q1, 19,63% dos estudantes concordam com a alternativa que afirma que os bivalves, por serem filtradores, retêm e concentram em seu organismo as substâncias presentes na água, porém não podem ser empregados no monitoramento de qualidade ambiental. No Q3 houve uma redução para 10,28%. No Q1, 9,35% dos estudantes afirmam que uma forma de controlar a quantidade de estrelas-do-mar e a sua ação predatória sobre as ostras seria a fragmentação das estrelas em pedaços. No Q3, ocorre um aumento do percentual dos estudantes (14,95%) que concorda como sendo essa a única solução. No Q1, 57,94% dos estudantes marcam a alternativa correta, que afirma existir uma relação vantajosa entre a associação de algas e corais. No Q3, 43,93% dos estudantes mantêm essa alternativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante as dificuldades existentes no ensino de Biologia, especificamente no assunto “Zoologia de invertebrados” e na importância da incorporação da sistemática Filogenética no ensino da diversidade zoológica com o viés evolutivo, tornou relevante a investigação de propostas instrucionais com este intuito. O primeiro protótipo da SD, foi construído com o objetivo principal de verificar se os princípios de design propostos para a construção da inovação educacional seriam ou não validados nos estudos situados em sala de aula e produzir evidências que permitam generalizá-los para outros contextos de ensino similares ao nosso, bem como sugerir novos princípios a partir do trabalho pedagógico realizado. Constatamos que foram validados na implementação da proposta no contexto real de sala de aula, com sugestões e limitações que servirão de indícios para o aprimoramento dos princípios nos próximos protótipos .

Podemos constatar que esses princípios foram parcialmente validados na implementação da proposta no contexto real de sala de aula. Inicialmente, propusemos quatro princípios para o planejamento da SD: (1) O nosso estudo tinha o objetivo de investigar, por meio de uma pesquisa situada na sala de aula, as características (princípios de *design*) que uma SD pode apresentar para promover compreensão sobre a biodiversidade biológica. Inicialmente, propomos quatro princípios para o planejamento da SD: (2) Uso da abordagem filogenética, para promover compreensão das relações de parentesco sob uma perspectiva darwiniana; 3) Uso da abordagem comparativa entre grupos de invertebrados para motivar os estudantes e contextualizar o ensino de zoologia; 4) Uso de uma abordagem socioecológica de saúde a fim de estabelecer contextualização e favorecer o desenvolvimento de uma consciência crítica acerca da importância de cada espécie no ambiente e suas relações com outras espécies, bem como sobre a necessidade de preservá-las. Este, apoiado pelo estudo do contexto no qual a inovação foi implementada, orientou a proposição de princípios de design para o planejamento e construção do material curricular educativo (SD e material didático que usamos para a sua implementação e avaliação). Como produto das duas primeiras etapas de investigação do estudo de desenvolvimento, são apresentados o conjunto de orientações teóricas, a sistematização dos princípios de design e uma proposta de material curricular educativo (propostas do material didático e da SD). Validamos o primeiro princípio e seus procedimentos na fase de prototipagem do estudo desenvolvimento do primeiro protótipo da SD, conduzido no contexto real de ensino. O segundo e o terceiro princípios foram incorporados

ao primeiro protótipo, após análise da primeira prototipagem da SD, com o objetivo de produzir um protótipo mais refinado. Dessa maneira, apoiados por validação teórica e/ou empírica, consideramos que os princípios de design usados para a construção da proposta de inovação educacional que apresentamos nesse trabalho, contribuem para contextualizar historicamente o ensino e promover aprendizagem.

Desse modo, os princípios de design usados para a construção da proposta de inovação educacional, apresentada nesse trabalho, têm o potencial de serem usados por outros professores em outros contextos de ensino, contribuindo para uma melhor compreensão acerca da diversidade de invertebrados. A partir dos nossos dados podemos inferir que o uso da abordagem filogenética para o ensino da diversidade biológica, auxiliou na compreensão conceitual da zoologia, promovendo o reconhecimento do ancestral e as relações de parentesco entre os organismos vivos, resgatando, assim, sua filogenia. Essa abordagem, além de possibilitar um ensino contextualizado, dinâmico, não memorístico, promove principalmente a motivação dos docentes ao planejar e ministrar aulas e auxilia os estudantes na aprendizagem sobre diversidade zoológica, através de um pensamento não linear.

Entre os resultados, destacamos que, acerca do conteúdo filogenia, percebemos que os estudantes apresentam dificuldade de interpretar cladogramas, uma vez que consideram que a distância física na figura do cladograma corresponde à distância evolutiva. Assim, o último organismo, à direita, representado no dendrograma⁸ seria sempre o “mais evoluído”, concebendo a evolução como uma sequência linear. Essa concepção se mantém forte ao final da intervenção, principalmente quando usamos como exemplo a espécie humana. Assim como constatado por Albuquerque (2003), percebemos que os estudantes acreditam que os seres humanos são o resultado final de um processo evolutivo especial. Acerca da interpretação dos cladogramas para identificação do grau de parentesco entre os organismos, percebemos que há incremento de aprendizagem ao final da intervenção. Recomendamos para um novo protótipo, a construção de uma árvore simples, em seguida a visualização de outras “árvores da vida” (As árvores filogenéticas) ao mesmo tempo que um cladograma e a demonstração de que ele pode ser compreendido como na observação de um “móvil”! As árvores filogenéticas representam visualmente os padrões hierárquicos produzidos pela história evolutiva das linhagens, o que, por sua vez, pode levar à compreensão não somente das relações de parentesco entre as linhagens, mas também das modificações que se deram ao longo do tempo (SANTOS;

⁸São representações em forma de árvore; segundo Amorim (2009), em filogenia chama-se dendrograma qualquer diagrama ramificado que conecta espécies.

CALOR, 2007a) e (c) a perspectiva de evolução como progresso linear é bastante difundida no conhecimento popular e não é condizente com o pensamento evolutivo atual, sendo um empecilho para a compreensão do pensamento filogenético (SANTOS; CALOR, 2007b), que deve ser enfrentado com estratégias pedagógicas específicas.

Quanto às características específicas dos grupos de invertebrados, percebemos ganho conceitual e a manutenção de algumas associações equivocadas sobre os invertebrados.

Acerca do tema evolução biológica, percebemos que, inicialmente, os estudantes desconhecem os mecanismos relativos à especiação e trazem concepções alternativas de que a pressão ambiental produz mutações favoráveis que permitem a adaptação da população a um determinado ambiente. Ao final da intervenção, percebemos que houve pequeno incremento relativo aos conceitos de especiação e seleção natural, contudo, muitos alunos carecem de construir uma visão em acordo com a ciência escolar. Encontramos, também, que muitos estudantes compreendem que os organismos de uma população são selecionados por suas variações favoráveis ao ambiente, sobrevivendo de forma diferencial. Compreendem também que as características compartilhadas representam uma vantagem para a sobrevivência e a reprodução dos organismos em ambientes distintos. Contudo, ainda encontramos, ao final da intervenção, as ideias de que os organismos são agentes dos processos de adaptação e evolução, que o surgimento de novas espécies ocorre por mistura de espécies diferentes e que o ambiente é o agente do surgimento de variações.

Sobre evolução dos sistemas, podemos evidenciar na análise dos dados que os estudantes compreenderam que há invertebrados com sistemas digestórios incompletos, tendo somente boca ou esôfago e faringe. Não há consenso se a reprodução sexuada e o hermafroditismo são característicos dos invertebrados. Não foi possível os estudantes realizarem a correlação entre a redução do celoma com o desenvolvimento do sistema circulatório fechado. Em compensação, a relação entre o aumento do volume corporal e a necessidade de sistema circulatório foi bem compreendida. O baixo rendimento nas categorias *Características específicas* e *Evolução dos Sistemas* pode estar atrelado à natureza abstrata do conhecimento que mobilizam. A aprendizagem dessas características, mesmo com o uso da Sistemática Filogenética, precisa de um trabalho mais detalhado, requerendo estratégias diferenciadas tais como a manipulação de animais, modelagem das estruturas e sistemas e comparação da evolução das características por meio de ilustrações ou esquemas.

Os nossos dados sobre a importância ecológica dos invertebrados evidenciam que os estudantes, após intervenção, compreendem: (1) a importância dos organismos decompositores

para a reciclagem dos nutrientes nos ecossistemas; (2) que a ingestão de substâncias nocivas no ambiente terrestre ou aquático pelos invertebrados representa perigo para o ser humano, pois estas substâncias podem ser repassadas para o consumo humano, via cadeia alimentar; e, (3) a importância dos bivalves para o monitoramento de qualidade ambiental.

Percebemos, também, que alguns estudantes, mesmo após a intervenção, relacionavam, inadequadamente, a polinização feita por invertebrados com a disseminação das sementes, bem como indicam a prevalência da concepção alternativa de que a fragmentação das estrelas-do-mar pode ser uma medida para controlar a sua ação predatória sobre as ostras.

Ao final dos nossos resultados, podemos considerar que, apesar de algumas lagunas e pontos negativos, podemos generalizar e considerar que a proposta da SD foi positiva, e afirmar que o uso desse enfoque pedagógico possibilita um ensino mais dinâmico e interessante, pois a história dos seres vivos deve ser abordada com o intuito de permitir aos estudantes o entendimento das relações de parentesco entre os organismos e que esses, por sua vez, são produtos de um longo processo de evolução. Mas diante dos dados obtidos, foram encontrados desafios e questões que poderão ser resolvidos em novos protótipos, pois a intervenção é de fato generalizável, permitindo que outros pesquisadores e professores de Biologia a apliquem com modificações e, a depender do contexto de ensino, ocorrerão obviamente resultados diferentes. Uma das lacunas nessa sequência foi a realização de poucas aulas práticas, nas quais os estudantes pudessem manusear as amostras de invertebrados. Os alunos tiveram uma aula prática para a classificação das amostras, com realização de uma atividade em equipe, e assistiram outras quatro aulas expositivas no laboratório, onde puderam visualizar os exemplares de invertebrados expostas. Sugerimos mais aulas práticas, como possíveis saídas a campo (praia, rio, etc.), onde os estudantes possam observar o animal no seu habitat.

Nosso objetivo como pesquisadores e professores da disciplina é procurar alternativas para o ensino tradicional, visando superar a visão linear na apresentação de características desconexas dos grupos de invertebrados. Nessa linha de pensamento, há uma concordância de nossa parte acerca da importância do uso conjunto de evolução e zoologia com uma abordagem filogenética, articulado com outros assuntos, como embriologia e genética, para potencializar a compreensão sobre variedade zoológica, a evolução dos grupos e suas relações parentais.

Os nossos dados em relação ao emprego de uma abordagem filogenética evidenciaram a construção de uma compreensão acerca da diversidade biológica, nos permitindo inferir o quanto uma abordagem filogenética pode contribuir para construção de uma visão mais abrangente sobre a biodiversidade. Podemos inferir que esses resultados podem ser decorrentes do efeito imediato da instrução e não de uma definitiva mudança de pensamento. Para que haja

efetivamente essa mudança, acreditamos que abordagens semelhantes precisam ser incorporadas, de uma maneira geral, no ensino dos conteúdos científicos ao longo dos anos escolares no ensino fundamental e médio. Contudo, os nossos achados são relevantes, uma vez que evidenciam que esses tipos de abordagens, à despeito da sua complexidade, podem resultar em práticas de sucesso se adequadamente implementadas.

Todo o conhecimento produzido ao longo do planejamento, do desenvolvimento e da investigação desse primeiro protótipo da SD serviu como aporte teórico para o refinamento da mesma e construção de novos protótipos que, em trabalhos futuros, serão testados em ciclos sucessivos de investigação, a fim de melhorar e refinar ainda mais a intervenção. É a validação dos princípios de design que produz respostas para a nossa pergunta de pesquisa: quais características de uma sequência didática podem promover compreensão sobre as relações de parentesco entre os grupos de invertebrados no contexto da segunda série do Ensino Médio.

Após análise dos dados, dos questionários, dados estatísticos e com os dados de sala de aula, foi possível avaliar e deduzir que houve ganho conceitual sobre o tema, apesar dos limites encontrados. Portanto, esperamos que outros professores possam pesquisar sua prática, implementar modificações, a própria filogenia e evolução, práticas, aulas de campo, dinâmicas e que essa temática sirva de estímulo e convite para novos estudos e protótipos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. M. R.; EL-HANI, C.N. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. **Scientia e Studia**, v. 8, n, p. 9-40, 2010.
- ALMEIDA, M. C. **Colaboração entre pesquisadores e professores de ensino de ciências e biologia: um estudo da organização e desenvolvimento da prática social do grupo CoPPEC**. Dissertação (Mestrado Ensino, História e Filosofia das Ciências) – Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador, 2014.
- AMORIM, D. S. Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de zoologia e botânica no 2º grau. In: BARBIERI, M. R.; SICCA, N. A. L.; CARVALHO, C. P. (Orgs). **A construção do conhecimento do professor**. Ribeirão Preto, Holos, 2001.
- AMORIM, D. S. **Fundamentos de sistemática filogenética**. Ribeirão Preto: Holos, 2002.
- AMORIM, D. S. Paradigmas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica. **Ciência & Ambiente**, 36, 2008.
- ASSIS, L.C.S. ; RIEPPEL, O. Are monophily and synapomorphy the same or different? **Revisiting the role of morphology in phylogenetics. Cladistics** 27: 94-102, 2011
- AMORIM, M. C.; LEYSE, V. Ensino de evolução biológica: implicações éticas da abordagem de conflitos de natureza religiosa em sala de aula. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências**. Cascavel. 2009. Disponível em: www.foco.fae.ufmg.br/viiienpec/index Acesso em: 20/10/2016.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica Brasília: Ministério de Educação, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio**; volume 2 – Ciências da Natureza, matemática e suas tecnológicas. Brasília, 2006.
- BRASIL. **Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: Biologia**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2007.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Parecer CNE/CES 1.301/2001**. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. Brasília, 2001.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais 3º e 4º ciclos**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BROOKS, D. R. Sagas of the Children of Time: The Importance of Phylogenetic Teaching in Biology. Introduction to the Special Issue. **Evolution: Education and Outreach.**, v. 3, n. 4, p. 495-498, Dec. 2010.
- BIZZO, Nélio Marco Vincenzo. Ensino de evolução e história do darwinismo. **Tese (Doutorado em Educação)**. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1991.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL PEREZ, D. **Formação de professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1993. 120 p.
- CARVALHO, I. N. **uma proposta de critérios para selecionar conteúdos conceituais para o ensino médio de biologia**. Instituto de Física, Salvador: UFBA, 2017. 74 p.

- CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Como selecionar conteúdos de biologia para o ensino médio? **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v.1, n.1, p.67-100, 2011.
- CAPONI, Gustavo. Aproximação epistemológica à biologia evolutiva do desenvolvimento. In: ABRANTES, Paulo Coelho (Org.). **Filosofia da Biologia**. Porto Alegre: ARTMED, 2011. p. 211-223,
- . Réquiem por El Centauro. Aproximación epistemológica a la biología evolucionaria del desarrollo. México: **Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano**, 2012.
- CARNEIRO, Roberta Pizzio. Reflexões acerca do processo ensino aprendizagem na perspectiva freireana e biocêntrica. **Revista Thema**, v. 9, n. 2, 2012.
- CHRISTOFFERSEN, M. L. Evolução (Darwin) e sistemática filogenética (Hennig): paradigmas comensuráveis. **Conceitos**, 16, p. 113-120, jul. 2011.
- CICILLINI, G. A. **A Evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de Biologia no 2o grau**: análise da concepção de Evolução nos livros didáticos. 143f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.
- EL-HANI, C.; GRECA, I. M. Participação em uma comunidade virtual de prática desenhada como meio de diminuir a lacuna pesquisa-prática na educação em Biologia. **Ciência e Educação**, v. 17, n. 3, p. 579- 601, 2011.
- EL-HANI, C. N.; GRECA, I. ComPrática: A Virtual Community of Practice for Promoting Biology Teachers Professional Development in Brazil. **Research in Science Education**, v. 43, p. 1327-1359, 2013.
- FERRARI, S. C. Entrevista. Disponível em; http://www2.unicentro.br/ppgen/files/2016/07/Objeto_educacional_Sonia_Cristina_Ferrari.pdf f. Acesso em 28/10/2016.
- FOUCAULT, M. **As palavras e as coisas**. São Paulo: Martins Fontes, [1966]1987.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, Paulo. Cartas a Cristina: **reflexões sobre minha vida e minha práxis**. 2. ed. São Paulo: UNESP, 2003.
- FUTUYMA, Douglas. J. **Evolução, ciência e sociedade**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.
- FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. 2. ed. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética/CNPq**, 1992. 646 p.
- GUIMARÃES, Márcio Andrei. **Cladogramas e evolução no ensino de biologia**. 233 f. **Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência)** Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2005
- GOULD, Stephen Jay. "A **evolução da vida**." Scientific American Brasil – Especial Dinossauros–A evolução da vida (1994).
- JACOB, F. **Lógica da vida**. Rio de Janeiro: Graal, 1983.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: HARBRA, 1996.

KLASSA, B e SANTOS, C M - Sobre a introdução da Sistemática Filogenética no Brasil: **os primeiros sistematas e sua influência na consolidação da biologia comparada no país.** (2012)

KLASSA, B. ; SANTOS, Charles Morphy Dias dos. Uma vida entre insetos e livros: entrevista com Nelson Papavero. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos** (Impresso), v. 19, p. 1319-1331, 2012.

LIPIENSKI, L.M., PINHO, K.E.P. **Recursos Didáticos No Ensino De Biologia E Ciências. Base de dados dia a dia educação.** Disponível em <http://www.diadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/400-2.pdf?PHPSESSID=2009071511113042>> Acesso em 05 de jul. de 2011.

KRASILCHIK, Miriam. **Prática de Ensino de Biologia.** 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2008.

LOPES, Welinton Ribamar, FERREIRA, Maria Judy de Mello; STEVAUX, Maria Nazaré Proposta pedagógica para o Ensino Médio: filogenia de animais. **Revista Solta a Voz**, v.18, n. 2, p. 263-286, 2007.

LOPES, W. R.; VASCONCELOS, S. D. Sistemática filogenética no ensino médio: uma relação a partir das concepções de alunos e professores da rede pública de Pernambuco, Brasil. **Revista de Educación en Biología**, v. 17, n. 1, p. 38-54, 2014.

MAZZION, S. As estratégias utilizadas no processo de ensino-aprendizagem: concepções de alunos e professores de ciências contábeis. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo – ReAT**, v. 2, n. 1, jan./jun 2013. (acessado em file:///C:/Users/Estudante/Downloads/1426-3796-1-PB%20(1).pdf 15/02/2017, as 15:20 hs).

MARGULIS, Lynn. **O que é vida?** Tradução, Vera Ribeiro; Revisão técnica [e apresentação], Francisco M. Salzano. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. Acessado em: file:///C:/Users/Estudante/Downloads/FL%20-%20MARGULIS%20-%20O%20que%20e%20vida.pdf 18/04/2017 as 11:20 hs.

MARQUES, A. C.; LAMAS, C. J. E. Taxonomia zoológica no Brasil: estado da arte, expectativas e sugestões de ações futuras. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 46, n. 13, p. 139–174, 2006.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico.** Brasília: Editora UnB, 1998

MAYR, Ernst. **The growth of biological thought: diversity, evolution and inheritance.** Cambridge, London: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

MEYER, D; DORNELAS, M.; VIEIRA, M. L. C. **Árvores evolutivas humanas.** Sociedade Brasileira de Genética, 1996.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da biologia.** Unesp, 2005.

MEYER, D; EL-HANI, C. N. Evolução. In: EL HANI, C. N.; VIDEIRA, A. A. P. (Orgs.). **O que é vida?: Para entender a biologia do século XXI.** 2. ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2001. p. 153-185.

MIRAS, M. O ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: COLL, C. **O construtivismo em sala de aula.** São Paulo: Ática, 2006. p. 57- 76.

MORTIMER, E.F. SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, 2002.

LEÃO, D. M. M. Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista. **Cadernos de pesquisa**, v. 107, p. 187-206, 1999.

MOTOKANE, M.T. ROMA, V.N. **Classificação biológica nos livros didáticos de biologia do ensino médio.**

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Gc3R3YN5b3cJ:docplayer.com.br/25086932-Classificacao-biologica-nos-livros-didaticos-de-biologia-do-ensino-medio-biological-classification-in-biology-textbooks-of-the-high-school.html+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>.

Morin, E. O Paradigma Perdido – a natureza humana. In: _____ **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento.** Tradução Eloá Jacobina. 14. ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2008

MUNIZ, C. R. R.; SARMENTO, A. C. de H.; SILVA, N. R.; PEREIRA, V. A.; SANTANA, M. A.; SÁ, T. S. de; SEPULVEDA, C. A **Estudo de desenvolvimento de uma intervenção para o ensino de metabolismo energético** – segundo protótipo. Anais do IV ENEBIO - Encontro Nacional de Ensino de Biologia e II EREBIO (Regional 4) - Encontro Regional de Ensino de Biologia. Goiânia. SBEnBIO. set. 2012.

NIEVEEN, N.; MCKENNEY, S.; VAN DEN AKKER, J. Educational design research: the value of variety. In: VAN DEN AKKER, J. et al. (Ed.). **Educational design research.** London: Routledge, 2006. p. 151-158.

Oliveira, A.C.S e Silva, H.P. Abordagem da sistemática filogenética no ensino médio. **Saúde & Ambiente em Revista**, v. 5, n. 1, 2010.

OLIVEIRA, P.H.L. A universidade fordista e a celebração dos números: o trabalho acadêmico em questão. **Revista de Geografia**, v. 26, n. 2, p. 87-103, maio/ago. 2009.

OLIVEIRA, D. B. G. de et al. **O Ensino de Zoologia numa perspectiva evolutiva: análise de uma ação educativa desenvolvida com uma turma do Ensino Fundamental.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0083-1.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

PLOMP, T. **Educational design research: an introduction.** In: PLOMP, T.; NIEVEEN, N. (Ed.). An introduction to educational design research. Enschede: Netherlands Institute for Curriculum Development, 2009. p. 9-35.

RAZERA, J.C.C.; BOCCARDO, L.; SILVA, P.S.S. Nós, a escola e o planeta dos animais nocivos. **Ciência & Ensino**, v 2, n. 1, dez. 2007.

REIGOSA CASTRO, C.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P., “La Cultura Científica en la Resolución de Problemas en el Laboratorio”, **Enseñanza de las Ciencias**, v.18, n.2, 275-284, 2000.

RIDLEY, M. **Evolução.** Porto Alegre: Artmed, 2006.

ROCHA, A.L; MAESTRELLI, S.R; **O ensino bancário de zoologia: uma aproximação de suas práticas; [s.l.] 2015.**

ROCHA, S. C. B. da; TERÁN, A. F. **O uso de espaços não formais como estratégia para o Ensino de Ciências.** Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGEECA, 2010.

SANTOS, S. C. S.; TERÁN, A. F. Condições de ensino em zoologia no nível fundamental: o caso das escolas municipais de Manaus-AM. **Revista ARETÉ**, Manaus, v. 6, n. 10, p. 1-18, 2013.

SANTOS, S. **Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano da sala de aula.** Annablume, 2002. Disponível em http://books.google.com/books?id=Krf4c6Fb90YC&pg=PA9&lr=lang_pt&hl=ptBR&source=gbs_toc_r&cad=0_0#PPA7,M1. Acesso em: 24 de setembro de 2014.

SEIFFERT-SANTOS, S. C.; FACHÍN-TERÁN, A. **Possibilidade do uso de analogia e metáfora n processo de ensino aprendizagem** no Ensino de Zoologia no 7º ano do Ensino Fundamental. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, 8., Boa Vista. Anais. Boa Vista: IFRR,. 1 CDROM. 2009.

SANTOS, C. M. Representando a evolução: a árvore da vida. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Representando-a-evolu--o---a--rvore-da-vida.pdf.

SARMENTO, A. C. H. **Como ensinar citologia e promover uma visão informada da ciência no nível médio de escolaridade.** Instituto de Física -UFBa, 2016.

SARMENTO, A. C. H.; MUNIZ, C. R. R.; SILVA, N. R. da; PEREIRA, V. A.; SANTANA, M. A.; SÁ, T. S. de; EL-HANI, C. N. **Investigando princípios de design de uma sequência didática para o ensino sobre metabolismo energético.** VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Campinas: ABRAPEC, 2011.

SARMENTO, A. C. H. ;MUNIZ, C. R. R. ; SILVA, N. R. ; PEREIRA, V. A. ; SANTANA, M. A. G. ;SA, T. S. ; EL-HANI, C. N. . Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético. **Ciência e Educação** (UNESP. Impresso), v. 19, p. 573-598, 2013.

SEPÚLVEDA, Cláudia; EL-HANI, Charbel N. Adaptacionismo versus exaptacionismo: O que esse debate tem a dizer ao ensino de evolução? **Ciência e Ambiente**, 36: 93-124, 2008.

TERRA, P.S, 2014. O triunfo da cladística: análise do embate teórico ocorrido a sistemática biológica a segunda metade do século XX <http://www.uesc.br/eventos/ivseminariohfc/resumos/otriunfodacladistica.pdf>(acesso em 20/10/2015)

SANTOS, C M D & KLASSA, B. **Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 593-612, 2012

SILVA, L. G. L.; SANTOS, C.F. **Uma análise crítica do conteúdo Mammalia em livros didáticos do ensino médio utilizados em escolas públicas e privadas de Florianó – PI.**,2012; Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/204/1551>. Acesso em: 02 dez. 2014.

SANTOS, C. M. D. Os dinossauros de Hennig: sobre a importância do monofiletismo para a sistemática biológica. **Scientiæ Studia**, v. 6, n. 2, p. 179-200, 2008.

SANTOS, S. **Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano da sala de aula.** Annablume, 2002.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 12, n.36, set./dez. 2007.

SERENO, P. 2009. Comparative cladistics. **Cladistics**, 25: 624-659.

SEPULVEDA, C. **A relação religião e ciência na trajetória de formação profissional de alunos protestantes da licenciatura em ciências biológicas.** 2001. 33 f. Projeto de Dissertação

(Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, UFBA-UEFS, Salvador, 2001.

SILVA, S. A importância do ensino contextualizado na biologia. 2013 http://www.nead.fgf.edu.br/novo/material/monografias_biologia/MARIA_LUCILENE_DA_SILVA.pdf (acessado em 15/02/2017 as 16:30).

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

TRIVELATO, S.R.F.; TONIDANDEL, S.M.R. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, n. especial, p. 97-114, nov. 2015.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. Tradução de Jeferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

ZAMBERLAN, E. S. J. & SILVA, M. R. O evolucionismo como princípio organizador da biologia. **Temas & Matizes**, n. 15, p. 27-41, 2009.

Apêndice A

- Modelo do Questionário para coleta de dados.

Questionário 1



Programa de Pós-Graduação em Ensino,
Filosofia e História das Ciências



Mestrado e Doutorado



Colégio da Polícia Militar- Dendezeiros

Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana

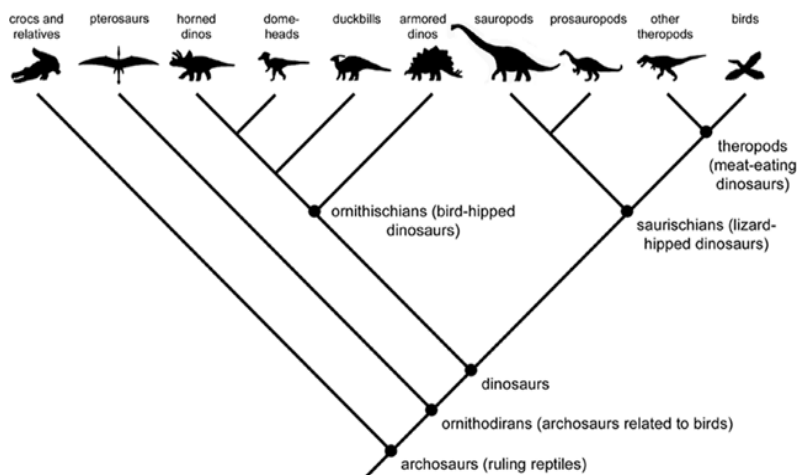
ALUNO: _____

SÉRIE: _____ TURMA: _____ DATA: _____

Questionário 1

Questão 1- Sobre a história evolutiva dos Invertebrados, observe a cladograma abaixo.

Cerca de 65 milhões de anos atrás, uma catástrofe natural pôs fim à era dos dinossauros na Terra. Esses “lagartos terríveis”, embora ditos extintos continuam a existir em uma linhagem inteira de seus descendentes bastante conhecidos por nós. A imagem abaixo trata-se de um cladograma, uma representação das relações de parentesco entre diversos organismos. Sabendo disso, interprete as relações de parentesco entre os grupos e responda às questões que seguem.



1.1 Analise as afirmativas abaixo e marque a opção correta:

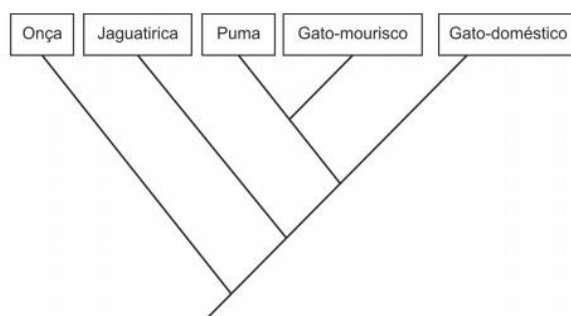
- Podemos observar no cladograma que as aves são os organismos mais evoluídos dentre todos os apresentados.
- O texto e a imagem deixa claro que os dinossauros são um grupo que inclui as aves atuais.

c) Sabendo que crocodilos são répteis, e que junto com lagartos e serpentes possuem um ancestral comum, esse ancestral não deve ser comum aos dinossauros e aves.

d) Os pterossauros, répteis voadores, embora voassem, são mais próximos dos dinossauros com chifres do que das aves.

1.2 . A imagem abaixo traz a árvore da família Felidae mostrando um panorama de como os felinos de todos os tamanhos se relacionam filogeneticamente uns com os outros.

Com base no cladograma e nos conhecimentos sobre sistemática filogenética, analise as alternativas abaixo e assinale a alternativa correta.



(O'BRIEN, S. J.; JOHNSON, W. E. A evolução dos gatos. Scientific American Brasil, São Paulo, n.63, p. 56-63, ago. 2007.)

a) A jaguatirica é o ancestral comum do puma, do gato-mourisco e do gato doméstico, pois foi a partir da jaguatirica que eles tiveram origem.

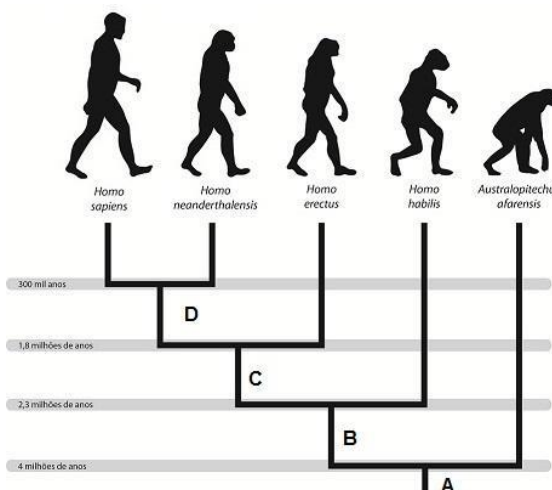
b) Fica evidente no cladograma que cada grupo surgiu de forma independente, não havendo para os felinos um ancestral comum.

c) A onça é o felino mais evoluído, porque apresenta maior complexidade em relação aos demais grupos de felinos.

d) O gato-mourisco e o puma são geneticamente mais aparentados entre si do que o gato-mourisco e o gato doméstico.

1.3. Em função de sua singularidade em relação às demais espécies existentes no planeta, os humanos tendem a acreditar que são o resultado final de um processo evolucionário especial. Apesar da evolução humana ter sido um acontecimento extremamente raro, em que características como o bipedalismo, o comportamento social ou a expansão do tamanho do cérebro foram vantajosas para a sobrevivência da espécie, Robert Foley argumenta que os princípios evolucionistas que regeram a evolução de todas as espécies foram os mesmos que deram origem ao *Homo sapiens*.

(Adaptado de Albuquerque, L. *Homo sapiens*: uma espécie como as outras. Ciência Hoje- OnLine. 2003.



disponível em: [http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/arqueologia-e-paleontologia/homo-sapiens-uma-especie-como-as-outras/?searchterm=evolu % C3 % A7 % C3 % A3 o % 20 humana](http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/arqueologia-e-paleontologia/homo-sapiens-uma-especie-como-as-outras/?searchterm=evolu%20%20humana))

De acordo com o texto e o cladograma, analise as alternativas abaixo e assinale a alternativa correta

- a) A representa um ancestral comum apenas de *Homo habilis* e *Australopithecus afarensis*.
- b) Existe uma maior relação de parentesco entre o *Homo sapiens* e o *Homo erectus* do que entre *Homo neanderthalensis* e *Homo erectus*.
- c) A sequência evolutiva humana correta em ordem crescente é: *Australopithecus afarensis*, *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo neanderthalensis* e *Homo sapiens*.
- d) C é o ancestral hipotético mais recente das linhagens derivadas de D e *Homo erectus*.

2-1 A partir de conhecimentos sobre as características particulares de cada grupo de invertebrados, analise o cladograma acima e escolha a afirmativa correta abaixo.

- a) Os Poríferos são caracterizados pela formação exclusiva de apenas dois folhetos embrionários
- b) Os Artrópodes são os únicos invertebrados que possuem os túbulos de malpighi, importante estrutura do sistema excretor desses animais.
- c) Os Equinodermos, de todos os invertebrados, são os únicos que apresentam sistema digestório incompleto
- d) A presença de um exoesqueleto foi uma novidade evolutiva surgida apenas nos Moluscos.

2-2. Durante a expansão dos Invertebrados, algumas características foram fundamentais para o sucesso evolutivo de determinados grupos. Assinale a alternativa que apresenta corretamente a relação entre o grupo e a característica que foi importante para o seu desenvolvimento evolutivo.

- a) Para o grupo dos Anelídeos, o surgimento do endoesqueleto calcário favoreceu a contração, garantindo maior flexibilidade corporal e uma variedade de movimentos.
- b) O pseudoceloma exclusivo dos Nematodas, atua como um esqueleto hidrostático, proporcionando o formato cilíndrico do animal e favorecendo sua locomoção.
- c) Os Cnidários apresentam o sistema ambulacrário que realiza todas as funções necessárias para a manutenção do organismo, como trocas gasosas, locomoção e alimentação.
- d) A rádula é uma estrutura importante do sistema digestório dos Platyhelminths, ajudando-os a raspar os alimentos no meio em que vivem.

2-3. Os invertebrados possuem várias características que os distinguem dos Vertebrados, e apresentam características peculiares que os diferenciam entre si.

- a) Os anelídeos são os invertebrados que apresentam túbulos de Malpighi para excreção.
- b) Nos platelmintos parasitas o sistema nervoso, órgãos do sentido e o sistema de locomoção estão atrofiados e surgem órgãos de fixação e penetração no hospedeiro.
- c) Os equinodermos possuem um sistema ambulacrário que substitui todos os sistemas ausentes neste grupo, realizando funções como circulação, respiração, circulação, excreção e locomotor.
- d) Uma novidade evolutiva presente nos moluscos é a cefalização.

Os invertebrados são considerados os mais antigos do reino animal, totalizando 97% das espécies que existem em todo o mundo, num total de 1,5 milhão de espécies. Os invertebrados são subdivididos em grupos de acordo com as características particulares que os distinguem. Tais características podem ser: fisiológicas, morfológicas, embriológicas, genéticas entre outras.

3-1 Analise as afirmações sobre a evolução dos sistemas digestórios, respiratórios, circulatórios, reprodutivo e excretor nos invertebrados e escolha a frase correta.

- A complexidade do corpo dos invertebrados, ocorreu no ancestral dos Cnidários, permitindo que todos os invertebrados pudessem ter sistema digestório completo.
- A complexidade do sistema nervoso, foi possível a partir do grupo dos Moluscos, onde ocorre o surgimento do cérebro.
- O desenvolvimento do sistema circulatório está relacionado ao aumento de volume corporal dos animais, sendo que nos mais simples, a difusão é responsável pela distribuição de nutrientes e gases.
- Para os anelídeos, o surgimento de três folhetos embrionários, permitiu a expansão interna do corpo, favorecendo a evolução principalmente dos sistemas digestório e respiratório.

3- 2 No início do desenvolvimento embrionário dos animais, surgem os primeiros tecidos, os quais por diferenciação, originam todos os órgãos e sistemas do animal adulto, a depender da estrutura corporal.

- Muitos invertebrados realizam suas trocas gasosas através da superfície corporal e os aquáticos possuem brânquias. Nos moluscos ocorreu o surgimento de pulmões foliáceos e traqueias.
- A reprodução nos invertebrados se caracteriza exclusivamente pela produção de gametas e pelo hermafroditismo.
- O sistema digestório incompleto é formado pela abertura oral (boca), esôfago e faringe, as quais estruturas realizam a entrada e saída dos resíduos alimentares.
- A partir dos equinodermos, a excreção modifica-se de difusão para células -flama, nefrídios e túbulos de malpighi

3-3 A partir da comparação, evolução e funcionamento dos sistemas nos invertebrados, escolha a alternativa correta

- As brânquias passam a realizar trocas gasosas a partir do ancestral dos nemátodeos.
- Sistemas circulatórios abertos estão associados a redução do celoma do adulto,
- A partir dos anelídeos, observa-se a presença do trato digestório completo.
- Os Moluscos são os únicos animais que desenvolvem estruturas distintas para respiração aérea, como por exemplo, o pulmão, estrutura que deriva do manto.

No mapa ao lado, a linha representa a cordilheira dos Andes. Além disso, estão representadas quatro espécies de aranha do gênero *Ericaella* que são encontradas somente na América Andina. As espécies *E. samiriae* e *E. kaxinawa*, encontradas a oeste dos Andes, em terras peruanas e brasileiras, respectivamente, e *E. longipes*, encontrada do lado leste da cordilheira, no Panamá e a *Ericaella florezi* foi encontrada em território colombiano. Estudos sobre a história evolutiva desses animais evidenciaram que todos descendem de um ancestral comum. Essas aranhas se caracterizam por possuírem pernas delgadas, muito longas em relação ao corpo, e uma densa pigmentação dorsal. São, em geral, noturnas, não



constroem teias e vivem em refúgios em meio à folhagem. (Adaptado Garcia, M. Até que os Andes os separem. Ciência Hoje On-line. jul. 2005)

4.1-Vários são os fatores que podem contribuir para o surgimento de novas espécies. Analise as afirmações abaixo, considerando em particular o caso das espécies de aranha do gênero *Ericaella*, e assinale a alternativa que apresenta a melhor explicação para o surgimento deste cenário evolutivo.

- a) A especiação das aranhas foi o resultado da seleção natural que provoca mutações favoráveis e a adaptação da população a um determinado ambiente.
- b) O isolamento geográfico provocou o surgimento de novas estruturas e processos na população, resultando no surgimento de novas espécies de aranhas.
- c) As quatro espécies do gênero *Ericaella* surgiram devido à pressão ambiental, que levou os organismos a desenvolverem mecanismos para se tornarem mais adaptados.
- d) Populações de aranhas foram provavelmente separadas pelo surgimento da cordilheira dos Andes e esses organismos passaram, então, a evoluir e se diferenciar isoladamente, formando novas espécies em cada lado da cordilheira.

4.2- Sobre as características compartilhadas pelas 4 espécies de aranha do gênero *Ericaella* podemos considerar que:

- a) As características compartilhadas acontecem ao acaso por conta da proximidade dos países.
- b) As características compartilhadas apresentam-se em todas as espécies, pois o ambiente não impôs condições para que os organismos sofressem variações.
- c) A ancestralidade comum não explica a existências dessas características compartilhadas, já que o organismo é capaz de se modificar e se adaptar ao meio, passando a apresentar tais características.
- d) As características em comum foram selecionadas dessa forma pois se apresentam como uma vantagem que permite a sobrevivência e a reprodução das quatro espécies nos ambientes distintos.

4.3-As quatro espécies de aranhas vivem em um local próximo à região equatorial e apresentam hábitos noturnos, não constroem teias e vivem em refúgios em meio à folhagem. Caso todas fossem colocadas no ambiente como o cerrado brasileiro. O que provavelmente iria acontecer?

- a) Vai ocorrer a evolução da espécie, pois todos os organismos irão mudar em função do ambiente, tornando-se adaptados.
- b) Haverá o surgimento de uma nova espécie a partir da mistura das quatro que foram introduzidas no ambiente do cerrado brasileiro.
- c) Apesar das características compartilhadas, os organismos de cada espécie serão selecionados por suas variações favoráveis àquele ambiente, sobrevivendo de forma diferencial.
- d) Ocorrerá adaptação das quatro espécies a este ambiente, uma vez que elas apresentam características compartilhadas que permitem sua sobrevivência em qualquer ambiente.

Categoria V- Saúde

Texto para as questões 09 e 10

“Eu ignorava que era assim, meu caro Jeca, por motivo de doenças tremendas. Está provado que tens no sangue e nas tripas todo um jardim zoológico da pior espécie. É essa bicharia cruel que te faz papudo, feio, molenga, inerte.”

Neste trecho do prefácio da 4ª edição de *Urupês* de 1918, Monteiro Lobato faz referência aos sintomas apresentados por Jeca, os quais eram causados por um verme. As verminoses eram comuns naquela época por conta da falta de saneamento básico e higiene. Ainda hoje, no Brasil, até mesmo nas grandes

idades, há residências que não tem rede de esgoto e água tratada. Por isso, as verminoses são comuns, principalmente nas crianças.

5.1- LAGOA AZUL ESTÁ DOENTE

Os vereadores da pequena cidade de Lagoa Azul estavam discutindo a situação da Saúde no Município. A situação era mais grave com relação a cinco doenças: teníase, esquistossomose, ascariíase, elefantíase e amarelão. Na tentativa de prevenir novos casos, foram apresentadas várias propostas:

Proposta 1: Promover uma campanha de vacinação.

Proposta 2: Promover uma campanha de educação da população com relação a noções básicas de higiene, incluindo fervura de água.

Proposta 3: Construir rede de esgotamento sanitário.

Proposta 4: Melhorar as condições de edificação das moradias e estimular o uso de telas nas portas e janelas e mosquiteiros de filó.

Proposta 5: Realizar campanha de esclarecimento sobre os perigos de banhos em rios e lagoas.

Analise as propostas e assinale a alternativa correta.

- a) Para combater os vermes do filo Platelmintos, deve-se escolher as propostas 1, 2 e 5.
- b) A proposta 5 é indicada para regiões rurais, onde o verme tem como hospedeiro intermediário um gênero de caramujo denominado *Biomphalaria*.
- c) A proposta 4 descreve as medidas preventivas para a *Ascariíase*,
- d) A proposta 3 é importante para o combate de todas essas doenças.

5.2-O péssimo hábito de banhistas de levar cachorros para as praias do Rio de Janeiro tem provocado a contaminação das areias, colocando em risco a saúde das pessoas que frequentam esses locais. Um monitoramento feito pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente mostra que em toda a orla da Zona Sul as areias estão infestadas de parasitas que causam verminoses, como bicho-geográfico, lombriga, solitária e oxiúro. Tal fato indica a presença de fezes de animais (como cães e pombos) no ambiente.

(Adaptado de Soares, R. Um mar de doenças. Revista Veja. Edição 2123 .jul. 2009 <http://veja.abril.com.br/revistas/>).

Assinale a alternativa que apresenta a relação correta entre o agente causador de verminoses e os seus sintomas.

- a) A solitária causa uma doença bastante grave denominada de barriga d'água.
- b) O bicho-geográfico causa infecções intestinais à medida que percorre todo o intestino
- c) O oxiuro causa coceira na região anal, diarreia, náuseas, emagrecimento, vômitos e dores abdominais.
- d) as larvas das lombrigas podem alojar-se no cérebro causando convulsões, hidrocefalia e danos irreversíveis a este órgão, levando a morte.

5.3-Parasitas não faltam no mundo animal. Muitos, inclusive, têm o ser humano como hospedeiro, como é o caso de alguns carrapatos, pulgas, piolhos e muitas espécies popularmente chamadas de vermes. Muitos desses vermes pertencem a dois importantes grupos dos invertebrados: platelmintose nematelmintos.

Adaptado de Henrique Caldeira Costa. Quem vem para o jantar? In. Ciência hoje da crianças. Disponível em: <<http://chc.cienciahoje.uol.com.br/quem-vem-para-o-jantar/>>.

Com relação às doenças causadas por vermes, assinale a alternativa correta:

- a) O homem adquire a cisticercose ingerindo carne de porco contaminada com cisticercos de *Taenia*.
- b) A elefantíase é transmitida pela picada do mosquito do gênero *Culex* contaminado com filárias.
- c) O Jeca da história de Monteiro Lobato adquiriu a doença amarelona a partir da ingestão de água e alimentos contaminados com ovos do ancilóstomo.

d) A esquistossomose é transmitida pela ingestão de alimentos contaminados com uma larva que se desenvolve dentro de alguns tipos de caramujo.

Utilize o texto abaixo para responder as próximas questões:

Um estudo publicado em 17 de junho de 2013, descobriu que o uso de pesticidas reduziu muito a biodiversidade regional de invertebrados de córregos, como libélulas e efeméridas, na Europa e na Austrália. Além disso, os autores declaram que a diversidade diminuiu com concentrações de pesticidas, que as normas europeias consideram proteger o ambiente. “Eu acho que deveríamos nos preocupar com isso, porque invertebrados são uma parte importante da cadeia alimentar”. Afirmar Emma Rosi-Marshall, ecóloga aquática do Nova York, declara achar os resultados atraentes. “Estamos em um momento de crise, com perdas de espécies em escala global, especialmente em sistemas de água doce. Considerar pesticidas junto a outras ameaças à biodiversidade pode ser crucial para deter o declínio de espécies”, completa ela.

Um segundo artigo, do biólogo Dave Goulson no Reino Unido, revê o risco ambiental oferecido por inseticidas neonicotinóides, e acontece logo após a Comissão Europeia anunciar, em abril, uma proibição de dois anos sobre três tipos de inseticidas do tipo neonicotinóides comumente usados. A proibição ocorre devido a preocupações com a morte de abelhas.

O trabalho de Goulson inclui dados de empresas agroquímicas e sugere que neonicotinóides se acumulam no solo a níveis que podem matar invertebrados do solo como a *Eiseniafoetida*, um tipo de minhoca(...).

A revisão de Goulson também cita estudos anteriores, sugerindo que aves que se alimentam de grãos, como perdizes, podem morrer após ingerir apenas cinco sementes tratadas com neonicotinóides. O inseticida é mais frequentemente aplicado como tratamento de sementes de plantações como milho e grãos de soja. “Talvez o intenso foco nas abelhas tenha cegado as pessoas para implicações mais vastas”, comenta Goulson.

(http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/pesticidas_provocam_grande_perda_de_biodiversidade.html)

6.1- Em relação a importância dos invertebrados no equilíbrio ambiental, é correto afirmar que:

a) Substâncias ingeridas por invertebrados no ambiente terrestre ou aquático, não representam perigo para a espécie humana, pois não são repassados pela cadeia alimentar e, portanto, não prejudicam o consumo humano.

b) As minhocas, baratas e moscas participam da produção de húmus (é a matéria orgânica depositada no solo, resultante da decomposição de animais e plantas mortas).

c) A decomposição, é um processo super importante, pois promove a reciclagem dos nutrientes que fazem parte de um ecossistema. E este processo é realizado primeiramente por invertebrados tais como: insetos, minhocas, vermes e lesmas. Depois os microorganismos efetuam sua parte no processo importantíssimo de decomposição.

d) As abelhas, borboletas, mariposas e cupins são insetos importantíssimos para o processo de polinização das flores.

6.2. Escolha nas opções abaixo, aquela relacionada a um papel ecológico dos invertebrados.

a) Todos os insetos trazem prejuízos, pois uma parte é peçonhenta e outra parte é considerada como “pragas urbanas”.

b) O ecossistema dos recifes de corais é extremamente sensível a variações de luminosidade e temperatura da água, assim como a poluição. Em decorrência do aumento da temperatura global e da poluição das áreas costeiras, muitos corais estão desaparecendo e sofrendo o processo de “embranquecimento”.

c) Todas espécies aquáticas de invertebrados são comestíveis.

d) Muitas espécies de animais invertebrados, são exploradas, por apresentarem valor comercial e sua extração no ambiente, leva a um desequilíbrio no ambiente, tais como: esponjas, corais, estrelas-do-mar, besouros, borboletas, formigas e abelhas.

6.3 Sobre a importância ecológica dos Invertebrados, marque a alternativa correta.

a) A doença “praga-branca” está dizimando os corais-cérebro da região de Abrolhos, na Bahia, e expulsa as algas zooxantelas, que vivem associadas aos corais. A presença das algas associadas aos corais é vantajoso para os mesmos, pois ao fazerem fotossíntese, fornecem alimentos aos animais que vivem nos corais.

b) Os bivalves por serem filtradores, retêm e concentram em seu organismo as substâncias presentes na água. Por isso não podem ser empregados no monitoramento da qualidade ambiental.

c) Um dos problemas enfrentados pelos cultivadores de ostras é a invasão das áreas de cultivo por estrelas-do-mar, em busca de alimento, por serem predadoras destes moluscos. A única solução encontrada por esses produtores é quebrá-las em pedaços.

d) A produção de pérolas requer a introdução artificial de pequenas partículas estranhas ao manto de bivalves. Este circunda o corpo estranho e secreta camadas sucessivas de nácar sobre ele. Os animais são mantidos em cativeiro por muitos anos até que as pérolas sejam formadas.

Questionário 2



Programa de Pós-Graduação em Ensino,
Filosofia e História das Ciências



Mestrado e Doutorado



Colégio da Polícia Militar- Dendezeiros
Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana

ALUNO: _____ SÉRIE: _____

TURMA: _____ DATA: _____

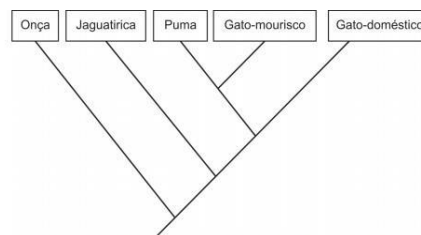
Questionário 2

Parte I – Questões fechadas

O físico Jean Perrin, ganhador do prêmio Nobel, disse que a chave para qualquer avanço científico está em explicar a complexidade visível por meio de alguma simplicidade invisível. Darwin usou concepções bastante convincentes para explicar a origem das complexas formas visíveis, desde os corpos dos trilobitas até os bicos dos tentilhões de Galápagos, contudo, elas estavam incompletas. Afinal, nem a seleção natural nem o DNA conseguem explicar diretamente como as diferentes formas foram geradas ou evoluíram. Para compreender a morfologia, é preciso analisar o desenvolvimento embrionário, o processo pelo qual o óvulo fecundado unicelular dá origem a um animal complexo, com muitas bilhões de células. (Adaptado de CARROL, S. B. *Infinitas formas de grande beleza*. ZAHAR: Rio de Janeiro, 2006)

01-A imagem ao lado traz a árvore da família *Felidae*, mostrando as relações filogenéticas de felinos de diferentes tamanhos.

Com base no cladograma e nos conhecimentos sobre sistemática filogenética, analise as alternativas abaixo e assinale a alternativa correta.



(O'BRIEN, S. J.; JOHNSON, W. E. A evolução dos gatos. *Scientific American Brasil*, São Paulo, n.63, p. 56-63, ago. 2007.)

- A jaguatirica é o ancestral comum do puma, do gato-mourisco e do gato doméstico, pois foi a partir da jaguatirica que eles tiveram origem.
- Fica evidente no cladograma que cada grupo surgiu de forma independente, não havendo para os felinos um ancestral comum.
- A onça é o felino mais evoluído, porque apresenta maior complexidade em relação aos demais grupos de felinos.
- O gato-mourisco e o puma são geneticamente mais aparentados entre si do que o gato-mourisco e o gato doméstico.

02- Em relação às demais espécies existentes no planeta, os humanos tendem a acreditar que são o resultado final de um processo evolucionário especial. Apesar de a evolução humana ter sido um acontecimento extremamente raro, em que características como o bipedalismo, o comportamento social

ou a expansão do tamanho do cérebro foram vantajosas para a sobrevivência da espécie, os princípios evolucionistas, que regeram a evolução de todas as espécies, foram os mesmos que deram origem ao *Homo sapiens*.

(Adaptado de Albuquerque, L. *Homo sapiens: uma espécie como as outras*. Ciência Hoje- OnLine. 2003. disponível em:

<[http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/arqueologia-e-paleontologia/homo-sapiens-uma-especie-como-as-outras/?searchterm=evolu % C3 % A7 % C3 % A3 o % 20 humana](http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/arqueologia-e-paleontologia/homo-sapiens-uma-especie-como-as-outras/?searchterm=evolu%20humana)>

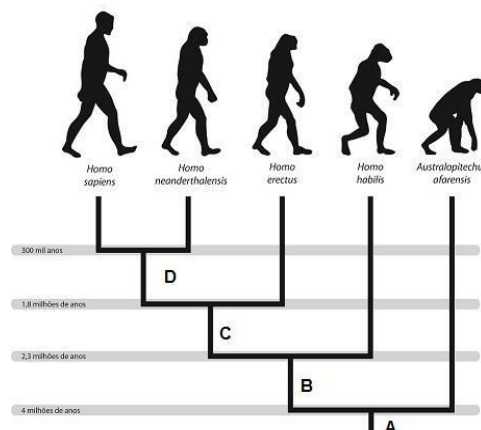
De acordo com o texto e o cladograma, analise as alternativas abaixo e assinale a alternativa correta

a) A representa um ancestral comum apenas de *Homo habilis* e *Australopithecus afarensis*.

b) Existe uma maior relação de parentesco entre o *Homo sapiens* e o *Homo erectus* do que entre *Homo neanderthalensis* e *Homo erectus*.

c) A sequência evolutiva humana correta em ordem crescente é: *Australopithecus afarensis*, *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo neanderthalensis* e *Homo sapiens*.

d) C é o ancestral hipotético mais recente das linhagens derivadas de D e *Homo erectus*.



03- A partir de conhecimentos sobre as características particulares de cada grupo de invertebrados, escolha a afirmativa correta abaixo.

a) Os Poríferos são caracterizados pela formação exclusiva de apenas dois folhetos embrionários

b) Os Artrópodes são os únicos invertebrados que possuem estruturas especiais para a excreção.

c) Os Equinodermos, de todos os invertebrados, são os únicos apresentam sistema digestório incompleto.

d) A presença de um exoesqueleto foi uma novidade evolutiva surgida apenas nos Moluscos.

04- Os invertebrados possuem várias características que os distinguem dos vertebrados, e apresentam características peculiares que os diferenciam entre si. Assinale a alternativa correta referente às características dos invertebrados.

a) Os cnidários são o único grupo de organismos que não apresentam a formação de tecidos.

b) Nos platelmintos, parasitas do sistema nervoso, os órgãos do sentido e o sistema de locomoção estão atrofiados e surgem órgãos de fixação e penetração no hospedeiro.

c) Os equinodermos possuem um sistema ambulacrário, que realizam as funções de circulação, respiração, excreção e locomoção.

d) Uma novidade evolutiva que surge nos moluscos é a cefalização.

05- Os invertebrados são considerados os mais antigos representantes do reino animal, totalizando 97% das espécies de animais que existem em todo o mundo, num total de 1,5 milhão de espécies estimadas. Os invertebrados são subdivididos em grupos de acordo com as características particulares que os distinguem. Tais características podem ser fisiológicas, morfológicas, embriológicas, genéticas, entre outras.

Analise as afirmações sobre a evolução dos sistemas digestórios, respiratórios, circulatórios, reprodutivos e excretórios nos invertebrados e escolha a frase correta.

a) O desenvolvimento de sistemas nos invertebrados, ocorreu no ancestral dos Cnidários, por exemplo, sistema digestório completo .

b) O sistema nervoso surgiu a partir do grupo dos Moluscos, onde ocorreu o surgimento do cérebro.

c) A evolução do sistema circulatório está relacionado ao aumento de volume corporal dos animais.

d) Para os anelídeos, o surgimento de três folhetos embrionários permitiu a expansão interna do corpo, favorecendo a evolução principalmente dos sistemas digestório e respiratório.

06-No início do desenvolvimento embrionário dos animais, surgem os primeiros tecidos, os quais, por diferenciação, originam todos os órgãos e sistemas do animal adulto. Em relação aos órgãos e sistemas nos invertebrados, analise as alternativas abaixo e assinale a que estiver correta.

- Muitos invertebrados realizam suas trocas gasosas através da superfície corporal e nos moluscos as trocas gasosas ocorrem nos pulmões foliáceos.
- A reprodução nos invertebrados se caracteriza exclusivamente pela produção de gametas e pelo hermafroditismo.
- O sistema digestório incompleto é formado pela abertura oral (boca), esôfago e faringe, as quais realizam a entrada e saída dos resíduos alimentares.
- A partir dos equinodermos, ocorre a cefalização e o aumento dos gânglios nervosos.

No mapa ao lado, a linha representa a cordilheira dos Andes. Além disso, estão representadas quatro espécies de aranha do gênero *Ericaella* que são encontradas somente na América Andina. As espécies *E. samiriae* e *E. kaxinawa*, encontradas a oeste dos Andes, em terras peruanas e brasileiras, respectivamente, *E. longipes*, encontrada do lado leste da cordilheira, no Panamá e *Ericaella florezi*, encontrada em território colombiano. Estudos sobre a história evolutiva desses animais evidenciaram que todos descendem de um ancestral comum. Essas aranhas se caracterizam por possuírem pernas delgadas, muito longas em relação ao corpo, e uma densa pigmentação dorsal. São, em geral, noturnas, não constroem teias e vivem em refúgios em meio à folhagem. (adaptado Garcia, M. Até que os Andes os separem. Ciência Hoje Online . jul. 2005).



07- Sobre as características compartilhadas pelas 4 espécies de aranha do gênero *Ericaella* podemos considerar que:

- As características compartilhadas acontecem ao acaso por conta da proximidade dos países.
- As características compartilhadas apresentam-se em todas as espécies, pois o ambiente não impôs condições para que os organismos sofressem variações.
- A ancestralidade comum não explica a existência dessas características compartilhadas, já que o organismo é capaz de se modificar e se adaptar ao meio, passando a apresentar tais características.
- As características em comum foram selecionadas dessa forma pois se apresentam como uma vantagem que permite a sobrevivência e a reprodução das quatro espécies nos ambientes distintos.

08- Vários são os fatores que podem contribuir para o surgimento de novas espécies. Analise as afirmações abaixo, considerando o caso das espécies de aranha do gênero *Ericaella*, e assinale a alternativa que apresenta a melhor explicação para o surgimento deste cenário evolutivo.

- A especiação das aranhas foi o resultado da seleção natural que provoca mutações favoráveis e a adaptação da população a um determinado ambiente.
- O isolamento geográfico provocou o surgimento de novas estruturas e processos na população, resultando no surgimento de novas espécies de aranhas.
- As quatro espécies do gênero *Ericaella* surgiram devido à pressão ambiental, que levou os organismos a desenvolverem mecanismos para se tornarem mais adaptados.
- Populações de aranhas foram provavelmente separadas pelo surgimento da cordilheira dos Andes e esses organismos passaram, então, a evoluir e se diferenciar isoladamente, formando novas espécies em cada lado da cordilheira.

09-O péssimo hábito de banhistas de levar cachorros para as praias do Rio de Janeiro tem provocado a contaminação das areias, colocando em risco a saúde das pessoas que frequentam esses locais. Um monitoramento feito pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente mostra que em toda a orla da Zona Sul as areias estão infestadas de parasitas que causam verminoses, como bicho-geográfico, lombriga, solitária e oxiúro. Tal fato indica a presença de fezes de animais (como cães e pombos) no ambiente.

(Adaptado de Soares, R. Um mar de doenças. *Revista Veja*. Edição 2123 .jul. 2009 <http://veja.abril.com.br/revistas/>).

Assinale a alternativa que apresenta a relação correta entre o agente causador de verminoses e os seus sintomas.

- a) A solitária causa uma doença bastante grave denominada barriga d'água.
- b) O bicho-geográfico causa infecções intestinais à medida que percorre todo o intestino
- c) O oxiúro causa coceira na região anal, diarreia, náuseas, emagrecimento, vômitos e dores abdominais.
- d) As larvas de lombrigas podem alojar-se no cérebro causando convulsões, hidrocefalia e danos irreversíveis a este órgão, levando à morte.

10- Parasitas não faltam no mundo animal. Muitos, inclusive, têm o ser humano como hospedeiro, como é o caso de alguns carrapatos, pulgas, piolhos e muitas espécies popularmente chamadas de vermes. Muitos desses vermes pertencem a dois importantes grupos dos invertebrados: platelmintos e nematelmintos. (Adaptado de Henrique Caldeira Costa. Quem vem para o jantar? In. *Ciência hoje das crianças*. Disponível em: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br/quem-vem-para-o-jantar/>).

Com relação às doenças causadas por vermes, assinale a alternativa correta:

- a) O homem adquire a cisticercose por meio de cercárias que penetram no organismo através da pele.
- b) A elefantíase é transmitida pela picada do mosquito do gênero *Culex* contaminado com filárias.
- c) O amarelão é uma doença que é contraída por meio da ingestão de água e alimentos contaminados com ovos do ancilóstomo.
- d) A esquistossomose é transmitida pela ingestão de alimentos contaminados com uma larva que se desenvolve dentro de alguns tipos de caramujo.

Utilize o texto abaixo para responder as próximas questões:

Um estudo, publicado em 17 de junho de 2013, descobriu que o uso de pesticidas reduziu muito a biodiversidade regional de invertebrados de córregos, como libélulas e efeméridas, na Europa e na Austrália. “Eu acho que deveríamos nos preocupar com isso, porque invertebrados são uma parte importante da cadeia alimentar”, afirma Emma Rosi-Marshall, ecóloga aquática do Nova York. “Estamos em um momento de crise, com perdas de espécies em escala global, especialmente em sistemas de água doce. Considerar pesticidas como uma outra ameaça à biodiversidade pode ser crucial para deter o declínio de espécies”, completa ela.

Um segundo artigo, do biólogo Dave Goulson no Reino Unido, revê o risco ambiental oferecido por inseticidas, e acontece logo após a Comissão Europeia anunciar, em abril, uma proibição de dois anos sobre três tipos de inseticidas normalmente usados. A proibição ocorre devido a preocupações com a morte de abelhas, minhocas etc.

(disponível em: <http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/pesticidas_provocam_grande_perda_de_biodiversidade.html>)

11. Escolha, nas opções abaixo, aquela relacionada a um papel ecológico dos invertebrados.

- a) Todos os insetos trazem prejuízos, pois uma parte é peçonhenta e outra parte é considerada como “pragas urbanas”.
- b) O ecossistema dos recifes de corais sofre o processo de “embranquecimento”, que é provocado pela poluição.

- c) Todas as espécies de invertebrados aquáticos têm potencial econômico, por serem usadas como fonte de alimento.
- d) Muitas espécies de animais invertebrados apresentam valor comercial e sua extração predatória leva a um desequilíbrio dos consumidores primários.

12- Em relação à importância ecológica dos invertebrados, é correto afirmar que:

- a) Substâncias ingeridas por invertebrados, no ambiente terrestre ou aquático, não representam perigo para a espécie humana, pois não são repassadas pela cadeia alimentar e, portanto, não prejudicam o consumo humano.
- b) As minhocas, baratas e moscas participam da produção de húmus, matéria orgânica depositada no solo, resultante da decomposição de animais e plantas mortas.
- c) A decomposição é um processo importante, pois promove a reciclagem dos nutrientes que fazem parte do ecossistema
- d) A polinização é responsável pela reprodução das flores, disseminação das sementes e indicador de poluição do ar.



Programa de Pós-Graduação em Ensino,
Filosofia e História das Ciências



Mestrado e Doutorado



Colégio da Polícia Militar- Dendezeiros
Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana

ALUNO: _____ SÉRIE: _____

TURMA: _____ DATA: _____

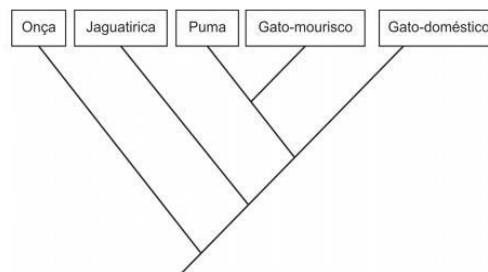
Questionário 2

Parte I – Questões fechadas

O físico Jean Perrin, ganhador do prêmio Nobel, disse que a chave para qualquer avanço científico está em explicar a complexidade visível por meio de alguma simplicidade invisível. Darwin usou concepções bastante convincentes para explicar a origem das complexas formas visíveis, desde os corpos dos trilobitas até os bicos dos tentilhões de Galápagos, contudo, elas estavam incompletas. Afinal, nem a seleção natural nem o DNA conseguem explicar diretamente como as diferentes formas foram geradas ou evoluíram. Para compreender a morfologia, é preciso analisar o desenvolvimento embrionário, o processo pelo qual o óvulo fecundado unicelular dá origem a um animal complexo, com muitas bilhões de células. (Adaptado de CARROL, S. B. Infinitas formas de grande beleza. ZAHAR: Rio de Janeiro, 2006)

01-A imagem ao lado traz a árvore da família *Felidae*, mostrando as relações filogenéticas de felinos de diferentes tamanhos.

Com base no cladograma e nos conhecimentos sobre sistemática filogenética, analise as alternativas abaixo e assinale a alternativa correta.



(O'BRIEN, S. J.; JOHNSON, W. E. A evolução dos gatos. *Scientific American Brasil*, São Paulo, n.63, p. 56-63, ago. 2007.)

- A jaguatirica é o ancestral comum do puma, do gato-mourisco e do gato doméstico, pois foi a partir da jaguatirica que eles tiveram origem.
- Fica evidente no cladograma que cada grupo surgiu de forma independente, não havendo para os felinos um ancestral comum.
- A onça é o felino mais evoluído, porque apresenta maior complexidade em relação aos demais grupos de felinos.
- O gato-mourisco e o puma são geneticamente mais aparentados entre si do que o gato-mourisco e o gato doméstico.

Questão 2- Sobre a história evolutiva dos Invertebrados, observe a cladograma abaixo.

Cerca de 65 milhões de anos atrás, uma catástrofe natural pôs fim à era dos dinossauros na Terra. Esses “lagartos terríveis”, embora ditos extintos continuam a existir em uma linhagem inteira de seus descendentes bastante conhecidos por nós. A imagem abaixo trata-se de um cladograma, uma

representação das relações de parentesco entre diversos organismos. Sabendo disso, interprete as relações de parentesco entre os grupos e responda às questões que seguem.

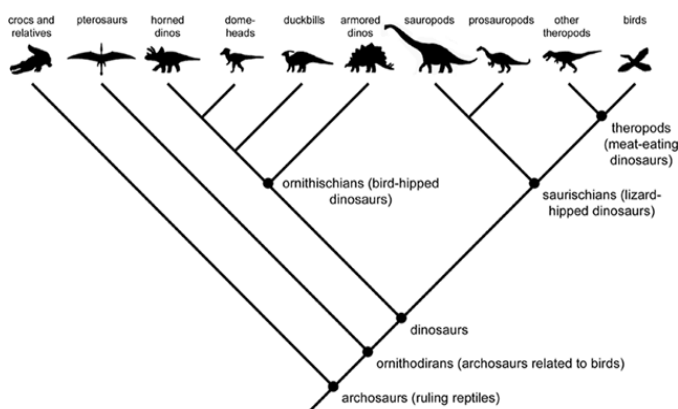
1.2 Analise as afirmativas abaixo e marque a opção correta:

a) Podemos observar no cladograma que as aves são os organismos mais evoluídos dentre todos os apresentados.

b) O texto e a imagem deixa claro que os dinossauros são um grupo que inclui as aves atuais.

c) Sabendo que crocodilos são répteis, e que junto com lagartos e serpentes possuem um ancestral comum, esse ancestral não deve ser comum aos dinossauros e aves.

d) Os pterossauros, répteis voadores, embora voassem, são mais próximos dos dinossauros com chifres do que das aves.



03- A partir de conhecimentos sobre as características particulares de cada grupo de invertebrados, escolha a afirmativa correta abaixo.

a) Os Poríferos são caracterizados pela formação exclusiva de apenas dois folhetos embrionários

b) Os Artrópodes são os únicos invertebrados que possuem estruturas especiais para a excreção.

c) Os Equinodermos, de todos os invertebrados, são os únicos que apresentam sistema digestório incompleto

d) A presença de um exoesqueleto foi uma novidade evolutiva surgida apenas nos Moluscos.

04- Durante a expansão dos Invertebrados, algumas características foram fundamentais para o sucesso evolutivo de determinados grupos. Assinale a alternativa que apresenta corretamente a relação entre o grupo e a característica que foi importante para o seu desenvolvimento evolutivo.

a) Para o grupo dos Anelídeos, o surgimento do endoesqueleto calcário favoreceu a contração, garantindo maior flexibilidade corporal e uma variedade de movimentos.

b) O pseudoceloma, exclusivo dos Nematodas, atua como um esqueleto hidrostático, proporcionando o formato cilíndrico do animal e favorecendo sua locomoção.

c) Os Cnidários apresentam o sistema ambulacrário, que realiza todas as funções necessárias para a manutenção do organismo, como trocas gasosas, locomoção e alimentação.

d) A rádula é uma estrutura importante do sistema digestório dos Platyhelminths, ajudando-os a raspar os alimentos no meio em que vivem.

05- Os invertebrados são considerados os mais antigos do reino animal, totalizando 97% das espécies que existem em todo o mundo, num total de 1,5 milhão de espécies. Os invertebrados são subdivididos em grupos de acordo com as características particulares que os distinguem. Tais características podem ser: fisiológicas, morfológicas, embriológicas, genéticas entre outras.

Analise as afirmações sobre a evolução dos sistemas digestórios, respiratórios, circulatórios, reprodutivo e excretor nos invertebrados e escolha a frase correta.

a) A complexidade do corpo dos invertebrados ocorreu no ancestral dos Cnidários, permitindo que todos os invertebrados pudessem ter sistema digestório completo.

b) A complexidade do sistema nervoso foi possível a partir do grupo dos Moluscos, onde ocorre o surgimento do cérebro.

c) O desenvolvimento do sistema circulatório está relacionado ao aumento de volume corporal dos animais, sendo que nos mais simples, a difusão é responsável pela distribuição de nutrientes e gases.

d) Para os anelídeos, o surgimento de três folhetos embrionários permitiu a expansão interna do corpo, favorecendo a evolução principalmente dos sistemas digestório e respiratório.

06- A partir da comparação, evolução e funcionamento dos sistemas nos invertebrados, escolha a alternativa correta.

a) As brânquias passam a realizar trocas gasosas a partir do ancestral dos nemátodos.

b) Sistemas circulatórios abertos estão associados à redução do celoma do adulto,

c) A partir dos anelídeos, observa-se a presença do trato digestório completo.

d) Os Moluscos são os únicos animais que desenvolvem estruturas distintas para respiração aérea, como por exemplo, o pulmão.

07- Sobre as características compartilhadas pelas 4 espécies de aranha do gênero *Ericaella* podemos considerar que:

a) As características compartilhadas acontecem ao acaso por conta da proximidade dos países.

b) As características compartilhadas apresentam-se em todas as espécies, pois o ambiente não impôs condições para que os organismos sofressem variações.

c) A ancestralidade comum não explica a existências dessas características compartilhadas, já que o organismo é capaz de se modificar e se adaptar ao meio, passando a apresentar tais características.

d) As características em comum foram selecionadas dessa forma pois se apresentam como

08. Considere tal texto para responder as questões 7 e 8: No mapa ao lado, a linha representa a cordilheira dos Andes. Além disso, estão representadas quatro espécies de aranha do gênero *Ericaella* que são encontradas somente na América Andina. As espécies *E. samiriae* e *E. kaxinawa*, encontradas a oeste dos Andes, em terras peruanas e brasileiras, respectivamente, *E. longipes* encontrada no lado leste da cordilheira, no Panamá e a *Ericaella florezi* foi encontrada em território colombiano. Estudos sobre a história evolutiva desses animais evidenciaram que todos descendem de um ancestral comum. Essas aranhas se caracterizam por possuírem pernas delgadas, muito longas em relação ao corpo, e uma densa pigmentação dorsal. São, em geral, noturnas, não constroem teias e vivem em refúgios em meio à folhagem. (Adaptado Garcia, M. Até que os Andes os separem. Ciência Hoje Online. jul. 2005).



As quatro espécies de aranhas vivem em um local próximo à região equatorial e apresentam hábitos noturnos, não constroem teias e vivem em refúgios em meio à folhagem. Caso todas fossem colocadas no ambiente como o cerrado brasileiro. O que provavelmente iria acontecer?

a) A evolução da espécie, pois todos os organismos irão mudar em função do ambiente, tornando-se adaptados.

b) O surgimento de uma nova espécie a partir da mistura das quatro que foram introduzidas no ambiente do cerrado brasileiro.

- c) Apesar das características compartilhadas, os organismos de cada espécie seriam selecionados por suas variações favoráveis àquele ambiente, sobrevivendo de forma diferencial.
- d) A adaptação das quatro espécies a este ambiente, uma vez que elas apresentam características compartilhadas que permitem sua sobrevivência em qualquer ambiente.

09- O péssimo hábito de banhistas de levar cachorros para as praias do Rio de Janeiro tem provocado a contaminação das areias, colocando em risco a saúde das pessoas que frequentam esses locais. Um monitoramento feito pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente mostra que em toda a orla da Zona Sul as areias estão infestadas de parasitas que causam verminoses, como bicho-geográfico, lombriga, solitária e oxiúro. Tal fato indica a presença de fezes de animais (como cães e pombos) no ambiente.

(Adaptado de Soares, R. Um mar de doenças. *Revista Veja*. Edição 2123 .jul. 2009 <http://veja.abril.com.br/revistas/>).

Assinale a alternativa que apresenta a relação correta entre o agente causador de verminoses e os seus sintomas.

- a) A solitária causa uma doença bastante grave denominada de barriga d'água.
- b) O bicho-geográfico causa infecções intestinais à medida que percorre todo o intestino
- c) O oxiúro causa coceira na região anal, diarreia, náuseas, emagrecimento, vômitos e dores abdominais.
- d) As larvas da lombriga podem alojar-se no cérebro causando convulsões, hidrocefalia e danos irreversíveis a este órgão, levando a morte.

10- - LAGOA AZUL ESTÁ DOENTE

Os vereadores da pequena cidade de Lagoa Azul estavam discutindo a situação da Saúde no Município. A situação era mais grave com relação a cinco doenças: teníase, esquistossomose, ascaridíase, elefantíase e amarelo. Na tentativa de prevenir novos casos, várias propostas foram apresentadas:

Proposta 1: Promover uma campanha de vacinação.

Proposta 2: Promover uma campanha de educação da população com relação a noções básicas de higiene, incluindo fervura de água.

Proposta 3: Construir rede de esgotamento sanitário.

Proposta 4: Melhorar as condições de edificação das moradias e estimular o uso de telas nas portas e janelas e mosquiteiros de filó.

Proposta 5: Realizar campanha de esclarecimento sobre os perigos de banhos em rios e lagoas.

Análise as propostas e assinale a alternativa correta.

- a) Para combater os vermes do filo Platelmintos, deve-se escolher as propostas 1, 2 e 5.
- b) A proposta 5 é indicada para regiões rurais, onde o verme tem como hospedeiro intermediário um gênero de caramujo denominado Biomphalaria.
- c) A proposta 4 descreve as medidas preventivas para a Ascaridíase,
- d) A proposta 3 é importante para o combate de todas essas doenças.

11- Utilize o texto abaixo para responder as próximas questões:

Um estudo, publicado em 17 de junho de 2013, descobriu que o uso de pesticidas reduziu muito a biodiversidade regional de invertebrados de córregos, como libélulas e efeméridas, na Europa e na Austrália. Além disso, os pesquisadores declararam que a diversidade diminuiu com o uso de pesticidas. “Eu acho que deveríamos nos preocupar com isso, porque invertebrados são uma parte importante da cadeia alimentar”, afirma Emma Rosi-Marshall, ecóloga aquática do Nova York. “Estamos em um momento de crise, com perdas de espécies em escala global, especialmente em sistemas de água doce. Considerar pesticidas como uma outra ameaça à biodiversidade, pode ser crucial para deter o declínio de espécies”, completa ela.

Um segundo artigo, do biólogo Dave Goulson no Reino Unido, revê o risco ambiental oferecido por inseticidas, e acontece logo após a Comissão Europeia anunciar, em abril, uma proibição de dois anos sobre três tipos de inseticidas normalmente usados. A proibição ocorre devido a preocupações com a morte de abelhas, minhocas etc.

(disponível em: <http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/pesticidas_provocam_grande_perda_de_biodiversidade.html>)

11. Escolha, nas opções abaixo, aquela relacionada a um papel ecológico dos invertebrados.

- a) Todos os insetos trazem prejuízos, pois uma parte é peçonhenta e outra parte é considerada como “pragas urbanas”.
- b) O ecossistema dos recifes de corais sofre o processo de “embranquecimento”, que é provocado pela poluição.
- c) Todas as espécies de invertebrados aquáticos têm potencial econômico, por serem usadas como fonte de alimento.
- d) Muitas espécies de animais invertebrados apresentam valor comercial e sua extração predatória leva a um desequilíbrio dos consumidores primários.

12- Sobre a importância ecológica dos Invertebrados, marque a alternativa correta.

- a) A doença “praga-branca” está dizimando os corais-cérebro da região de Abrolhos, na Bahia, e expulsando as algas zooxantelas, que vivem associadas aos corais. A presença destas algas associadas aos corais é vantajosa para os mesmos, pois ao fazerem fotossíntese, fornecem alimentos aos animais que vivem nos corais.
- b) Os bivalves, por serem filtradores, retêm e concentram em seu organismo as substâncias presentes na água, não podendo ser empregados no monitoramento da qualidade ambiental.
- c) Um dos problemas enfrentados pelos cultivadores de ostras é a invasão das áreas de cultivo por estrelas-do-mar, em busca de alimento, por serem predadoras destes moluscos.
- d) A produção de pérolas requer a introdução artificial de pequenas partículas estranhas no manto de bivalves, as quais circundam o corpo estranho com camadas sucessivas de nácar.

APÊNDICES

Apêndice B - Quadro 1. Expectativas de ensino e de aprendizagem

Princípio de design	Aula/Atividade	Tempo	Expectativa de ensino	Expectativa de aprendizagem
Abordagem filogenética.	Aplicação da Dinâmica (DiZI) - introduzir os alunos à diversidade de organismos, através da aplicação da dinâmica da zoologia de invertebrados	100 min.	Motivar os estudantes e iniciar discussões sobre a escolha de critérios para classificar seres vivos.	(1) Promover a compreensão da importância de organizar, catalogar ou classificar os seres vivos; (2) refletir sobre critérios usados na escolha de um método classificatório
				Aula prática para visualização e manuseio dos animais
	Cladograma Aula expositiva dialógica mostrando a importância do modelo de representação da árvore da vida e como os seres de vários reinos estariam classificados.	50 min.	Introduzir o conceito de ancestralidade e comum por meio de apresentação do cladograma.	

Princípio de design	Aula/Atividade	Tempo	Expectativa docente	Expectativa de aprendizagem
	Aula expositiva dialógica e explícita sobre alguns termos evolutivos	100 min.	Promover discussões, entre professor e estudantes, a.	Compreender que o processo de diversificação biológica é complexo e envolve fatores, tais como genéticos, embriológicos, citológicos, evolutivos (mutação, seleção natural, adaptação e especiação e isolamento geográfico)
	Aula expositiva dialógica e explícita Evolução x Filogenia		Promover discussões a partir da explicação da origem dos invertebrados com uso de cladograma através de uma aula expositiva dialógica buscando relacionar evolução e filogenia, com o auxílio de exemplos particulares.	(3) Compreender que a evolução não é um processo linear
Princípio de design	Aula/Atividade	Tempo	Expectativa docente	Expectativa de aprendizagem
	Aula expositiva dialógica introdutória sobre a embriologia comparada. Abordagem comparativa com narrativas explicativas, com o auxílio de imagens demonstrando as fases do desenvolvimento embrionário. Relacionar as fases fundamentais que originam as características que serão compartilhadas pelos grupos de invertebrados, justificando suas posições na representação	150 min.	Promover o conhecimento sobre as fases do desenvolvimento embrionário.	Compreender a relação entre as fases do desenvolvimento embrionário e a formação do indivíduo. Relacionar as fases fundamentais que originam as características que serão compartilhadas pelos grupos de

	do cladograma. Utilizando a abordagem filogenética que intercala características gerais (Zoom out) e específicas (zoom in). dos grupos de invertebrados			invertebrados, justificando suas posições na representação do cladograma. Utilizando a abordagem filogenética que intercala características gerais e específicas dos grupos de invertebrados
Abordagem socioecológica de saúde a fim de estabelecer contextualização e favorecer o desenvolvimento de uma consciência crítica acerca da importância de cada espécie no ambiente e suas relações como ambiente, visando o bem-estar individual e coletivo		50 min.	(2) Despertar curiosidade sobre a importância ecológica dos animais usando como exemplos os animais da dinâmica.	(1) Promover a formação do pensamento ecológico. (2) Promover a formação de cidadãos mais conscientes, ativos e participativos na tomada de decisões.

Apêndice C

Quadro 2. RESUMO da sequência didática (SD)

Semana 1 (3 aulas)
Aula 1 : Aplicação da Dinâmica (DiZI)
- Introduzir os alunos à diversidade de organismos, através da aplicação da dinâmica da zoologia de invertebrados (DiZI).
Procedimento: (tempo: 50 minutos- Preparar previamente a impressão de imagens coloridas, que demonstrará a filogenia dos grupos de acordo com o nível dos estudantes (EF-II ou EM) tendo em vista o material didático disponível.
- Dividir as equipes com cerca de 5 estudantes.
- Cada equipe receberá 25 imagens de diversos organismos, cartolina e cola e hidrocor.
As equipes deverão separar os organismos em tantos grupos quanto julgarem. Os alunos devem ser instruídos a criar tantos grupos quanto acharem necessários para agrupar os organismos de acordo com suas características (semelhanças e/ou diferenças) e os critérios usados para formar esses agrupamentos devem ser discutidos e formulados pelas equipes, que devem colar as imagens na cartolina destacando os grupos e os critérios de classificação. No final de 50 minutos, as cartolinas de cada grupo serão entregues a professora, juntamente ao relatório contendo a descrição da escolha do critério usado a classificação.
Aula 2: Aspectos ecológicos-
.Sugerimos que cada professor, utilize os próprios animais da dinâmica realizada recentemente (DiZI), mostrando em slides, (ou imagens) os animais, a importância de cada um deles para o equilíbrio na Natureza, e aproveitando para desmitificar mitos e concepções alternativas.
Aula 3 - Discussão sobre evolução
Procedimentos - A proposta é introduzir dialogicamente alguns termos evolutivos após a leitura e discussão, em duplas (opcional em grupo), de um texto científico curto : “As cicatrizes da evolução” (fonte: http://veja.abril.com.br/ciencia/as-cicatrizes-da-evolucao/) .Após a leitura que deve ser feita no prazo estipulado pelo professor, e respondidas duas (2) perguntas, o professor abrirá a sala para discussão e a fala pessoal de cada alunos sobre as vantagens e desvantagens da evolução. A partir desse momento, a professora poderá fazer a relação entre a célula-material genético,- mutação- seleção natural-adaptação – especiação .
Semana 2 (3 aulas)
Aula 4: e Termos evolutivos,

Procedimentos – Com o auxílio de recursos didáticos e finalizando com a apresentação do vídeo “*Nós, os fantásticos seres vivos: uma breve história sobre Evolução* (com legendas em português) fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=pYbKhi5rqqs>

Aula 5 :Cladograma

Procedimento - Introduzir o conceito de ancestralidade comum por meio de apresentação do cladograma. Mostrar curiosidades e importância ecológica dos animais usando como exemplos os animais da Dinâmica (Dizi)

Aula 6: Introdução a embriologia comparada

Procedimentos – Abordagem comparativa com narrativas explicativas , com o auxílio de imagens demonstrando as fases do desenvolvimento embrionário . A partir daí relacionar as fases embriológicas (zigoto- mórula-blástula-gástrula e nêurula), fundamentais que originam as características que serão compartilhadas pelos grupos de invertebrados, justificando suas posições na representação do cladograma. Utilizando a abordagem filogenética que intercala características gerais (Zoom out) e específicas (zoom) dos grupos de invertebrados .Abordar sobre importância da fase de blástula, e relação com o aparecimento da boca para os animais (sistema digestório)em seguida os conceitos de diblásticos, bilaterais e protostômios.

Através de uma aula expositiva com narrativas explicativas e com o auxílio de imagens (slides) de animais e de cladogramas, demonstrar as características que serão compartilhadas pelos grupos de invertebrados, justificando suas posições na representação do cladograma, a filogenia das características gerais (Zoom out) e específicas (zoom in) dos grupos de invertebrados.- Abordar triblásticos- celoma- metameria e deuterostômios.

Semana 3 : (3 aulas)

Aula 7 : filogenia dos grupos de invertebrados.

Procedimento Através de uma aula expositiva com narrativas explicativas e com o auxílio de imagens (slides) de animais e de cladogramas, demonstrar as características que serão compartilhadas pelos grupos de invertebrados, justificando suas posições na representação do cladograma, a filogenia das características gerais (Zoom out) e específicas (zoom in) dos grupos de invertebrados.- Abordar triblásticos- celoma- metameria e deuterostômios.

Aula 8: Aspectos médicos, social dos grupos de invertebrados .

<p>Procedimento: Aula expositiva dialógica com foco numa conceitualização de adaptação utilizando o ciclo de vida dos vermes, durante a abordagem dos aspectos de saúde e importância social.</p>
<p>Aula 9: Segunda coleta de dados: questionário 2</p>
<p>Semana 4 : (3 aulas)</p>
<p>Aula 10: fisiologia dos grupos de invertebrados.</p>
<p>Procedimento : Uso de uma abordagem comparativa de outras características gerais (Zoom out) e específicas (zoom in) dos grupos, com o auxílio de imagens de animais e de cladogramas, focando a fisiologia dos invertebrados .Revisão de termos evolutivos, simetria, fases embrionárias, origem do blastóporo , celoma, bilatérios e deuterostômios.</p>
<p>Aula 11: Aspectos médicos e ecológicos dos grupos de invertebrados.</p>
<p>Procedimento : Aula interativa- dialógica com auxílio de slides.</p>
<p>Aula 12: Atividade em grupo: Uso de cladogramas.</p>
<p>Procedimento : Cada equipe com 3 ou 5 alunos , deverá receber cladogramas, ou realizar a criação de alguns.</p>
<p>Semana 5: (3 aulas)</p>
<p>Aula 13:-. Uso de cladogramas. ou Proposta :Atividade em grupo sobre a mudanças ocorridas (evolução) nos sistemas digestórios, circulatórios,</p>
<p>Procedimento: Momento 1(tempo: 15 min) - Cada equipe com 5 alunos (identificados por números 1,2,3,4 e 5) deverá escolher aleatoriamente um dos sistemas através da imagem de um dos sistemas (digestório, respiratório, circulatório, nervoso /excretor, reprodutivo) sem</p>

identificação, para posteriormente, identificar e descrever a filogenia deste sistema durante a evolução (expansão) dos oito (8) grupos de invertebrados na forma de um relatório.

respiratórios, nervoso, reprodutor Momento 2-(Tempo: 20 minutos) Inicialmente será feito individualmente, depois em equipes cada um explicará e colocará em uma tabela as modificações ocorridas nos sistemas de cada grupo de invertebrados. No final, todas as equipes observarão e participarão (aula dialógica e explicativa) da construção do cladograma de cada sistema nos grupos com a professora no quadro de aula.

Obs.: Sugestão para uma substituição programada antecipadamente : dinâmica dos cartões de sistemas.

Aula 14:Aula prática para visualização e manuseio dos animais (a escolher):

Procedimento:

Roteiro:

1. Observe os animais na bandeja a sua frente com os respectivos números 1, 2 e 3. Indique seus nomes vulgares e a que filo de invertebrados eles pertencem.

2. Monte um cladograma representando as relações de parentesco entre os organismos (ou filós) presentes na bandeja. (podíamos já deixar o cladograma desenhado simplesmente para eles colocarem os nomes)

3. De acordo com o que tem estudado, quais características agrupam os táxons mais aparentados no seu cladograma?

4. Existe algum táxon de importância médica dentre os animais observados? (talvez substituir logo por uma questão de ciclo)

5. Existe algum animal de importância econômica dentre os animais? Qual(is) e descreva sua importância.

Aula 15: Terceira coleta de dados

Apêndice D - SISTEMATIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR SEMANA, APRESENTANDO O TEMPO DE DURAÇÃO E OBSERVAÇÕES A RESPEITO DAS MESMAS

Quadro 3: planejamento semanal das atividades da SD, apresentando o tempo de duração e observações a respeito das mesmas – primeira semana

	TEMPO	OBSERVAÇÕES
PRIMEIRA SEMANA - Apresentação dos seres vivos na árvore da vida		
Apresentação da diversidade de invertebrados	50 min	Apresentação de imagens coloridas a fim de mostrar a diversidade, semelhanças e abordar curiosidades, dúvidas, repulsa, medo dos estudantes em relação aos invertebrados. Cuidado na apresentação para não usar nomes de táxons, apenas populares e não apresentar em nenhum agrupamento óbvio. Os organismos serão os mesmos da aula seguinte.
Cladograma	50 min	Procedimento - Introduzir o conceito de ancestralidade comum por meio de apresentação do cladograma. Mostrar curiosidades e importância ecológica dos animais usando como exemplos os animais da dinâmica.
Termos evolutivos	50 min	A proposta é introduzir explicitamente e dialogicamente alguns termos evolutivos após a leitura e discussão, em grupo, do texto científico (“problemas gerados pela evolução “ da revista “Veja”) e fazer uma abordagem contextualizada durante a demonstração de exemplares (imagem /figura) da diversidade animal na árvore da vida

Quadro 3: planejamento semanal das atividades da SD, apresentando o tempo de duração e observações a respeito das mesmas – segunda semana

	TEMPO	OBSERVAÇÕES
SEGUNDA SEMANA - Características gerais dos metazoários		
Evolução x Filogenia	50 min	Explicação da origem dos invertebrados do cladograma através de uma aula expositiva dialógica buscando relacionar evolução e filogenia, com o auxílio de exemplos particulares.
Introdução a embriologia comparada	50min	Abordagem comparativa com narrativas explicativas, com o auxílio de imagens demonstrando as fases do desenvolvimento embrionário. A partir daí relacionar as fases fundamentais que originam as características que serão compartilhadas pelos grupos de invertebrados, justificando suas posições na representação do cladograma. Utilizando a abordagem filogenética que intercala características gerais (Zoom out) e específicas (zoom) dos grupos de invertebrados
Embriologia e origem dos sistemas.	50 min	Através de uma aula expositiva com narrativas explicativas e com o auxílio de imagens (slides) de animais e de cladogramas, demonstrar as características que serão compartilhadas pelos grupos de invertebrados, justificando suas posições na representação do cladograma, a filogenia das características gerais (Zoom out) e específicas (zoom in) dos grupos de invertebrados.

Quadro 3: planejamento semanal das atividades da SD, apresentando o tempo de duração e observações a respeito das mesmas – terceira semana

	TEMPO	OBSERVAÇÕES
TERCEIRA SEMANA - Abordagem filogenética e diversidade de invertebrados		
Filogenia dos grupos de invertebrados	50 min	Uso de uma abordagem comparativa de outras características gerais (Zoom out) e específicas (zoom in) dos grupos, com o auxílio de imagens de animais e de cladogramas, focando a fisiologia dos invertebrados
Aspectos médicos, social dos grupos de invertebrados .	50 min	Aula expositiva dialógica com foco numa conceitualização de adaptação utilizando o ciclo de vida dos vermes, durante a abordagem
Segunda coleta de dados: questionário 2	50 min	

Quadro 4: planejamento semanal das atividades da SD, apresentando o tempo de duração e observações a respeito das mesmas – quarta semana

	TEMPO	OBSERVAÇÕES
QUARTA SEMANA- História e natureza da ciência		
Filogenia dos grupos de invertebrados	50 min	Uso de uma abordagem comparativa de outras características gerais (Zoom out) e específicas (zoom in) dos grupos, com o auxílio de imagens de animais e de cladogramas, focando a fisiologia dos invertebrados
Aspectos médicos e ecológicos dos grupos de invertebrados	50 min	
Atividade em grupo: Uso de cladogramas	50 min	Deverão ser dados noções de como construir e entender diversos tipos de cladograma,

		mediante características compartilhadas por grupos-irmãos ou não.
--	--	---

Quadro 5: planejamento semanal das atividades da SD, apresentando o tempo de duração e observações a respeito das mesmas – quinta semana

	TEMPO	OBSERVAÇÕES
QUINTA SEMANA		
Visualização geral dos grupos com slides intercalando o zoom in e zoom out na árvore da vida.	50 min	Visualização geral dos grupos com slides intercalando o zoom in e zoom out na árvore da vida.
Aula prática	50 min	Aula prática para visualização e manuseio dos animais (a escolher):
Terceira coleta de dados	50 min	

Anexos

Anexo A

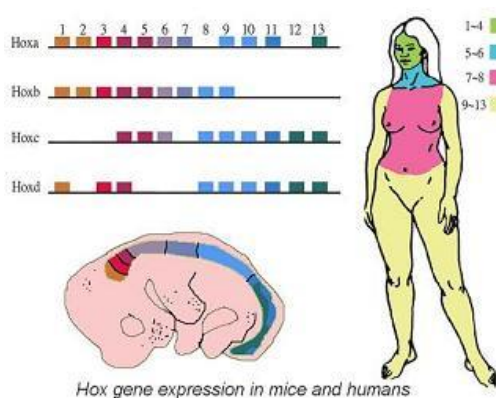


Figura 27 – Genes hox

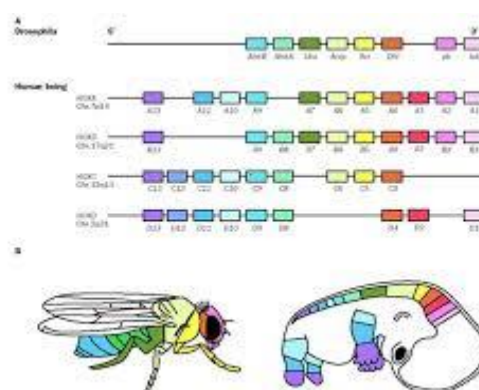


Figura 28 - Genes hox

Genes Hox

Genes controladores de "aplicação geral" são elementos importantes na construção de organismos. Alguns genes de "controle" são comuns a muitos organismos (eles são homólogos – herdados do nosso ancestral comum). Por exemplo, os genes Hox ajudam a estabelecer a forma básica do corpo de muitos animais, incluindo humanos, moscas e larvas. Eles ajustam a organização da "cabeça aos pés". Podemos pensar neles como instruções diretas conforme um embrião se desenvolve: "Ponham a cabeça aqui! As pernas vão para lá!"