INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
GERDA MAISA JENSEN

Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino de ciências na Educação de Jovens e Adultos.

São Paulo
2016

GERDA MAISA JENSEN

Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino de ciências na Educação de Jovens e Adultos.

Tese apresentada ao Programa Ciências Biológicas (Biologia Genética) do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Biologia (Genética)
Orientadora: Profa. Dra. Maria Elice Brzezinski Prestes

Versão corrigida. O original encontra-se disponível na Biblioteca do IB-USP.

São Paulo
2016

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo

Jensen, Gerda Maisa

Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino de ciências na Educação de Jovens e Adultos./Gerda Maisa Jensen;
Orientador: Profa. Dra. Maria Elice Brzezinski Prestes. São Paulo, 2016.

343 f.

Tese (Doutorado) -- Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Genética e Biologia Evolutiva.

1. História da ciência. 2. Ensino de ciências. 3. Ensino de evolução biológica. 4. Sequência didática. 5. Educação de Jovens e Adultos.
- I. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Departamento de Genética e Biologia Evolutiva. II. Título.

Nome: JENSEN, Gerda Maisa.

Título: Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino de ciências na Educação de Jovens e Adultos.

Tese apresentada ao Programa Ciências Biológicas (Biologia Genética) do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em: 22/agosto/2016

Banca Examinadora

Prof. (a) Dr. (a) Maria Elice B. Prestes	Instituição: IB-USP
Julgamento: _____	Assinatura: _____
Prof. (a) Dr. (a) _____	Instituição: _____
Julgamento: _____	Assinatura: _____
Prof. (a) Dr. (a) _____	Instituição: _____
Julgamento: _____	Assinatura: _____
Prof. (a) Dr. (a) _____	Instituição: _____
Julgamento: _____	Assinatura: _____
Prof. (a) Dr. (a) _____	Instituição: _____
Julgamento: _____	Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Maria Elice Brzezinski Prestes que nesses anos de convivência colaborou intensamente para o meu crescimento intelectual e científico. Seu apoio, num momento muito difícil, foi imprescindível para o término desta tese.

À banca de qualificação constituída pelo Prof. Dr. Eduardo Gorab, pela Profa. Dra. Eliana Maria Beluzzo Dessen e pela Profa. Dra. Sônia Godoy Bueno Carvalho Lopes pela unânime e valiosa sugestão para que eu realizasse uma pesquisa-ação.

Ao Grupo de Pesquisa em História da Biologia e Ensino (GHBE) que é supervisionado pela Profa. Dra. Maria Elice por todas as leituras, todas as sugestões e validações empreendidas, pelas críticas aos meus textos e apresentações. Pelo exercício semanal da humildade, da tolerância e da solidariedade meu muito obrigada para Alan Dantas do Santos Felisberto, Carolina Perozzi, Christine Zanczur, Eduardo Crevelário de Carvalho, Eduardo Cortez, Fabrício Barbosa Bittencourt, Felipe Faria Berçot, João Paulo Di Monaco Urbano, José Franco Monte Sião, Kelma de Freitas, Luciana Valéria Nogueira, Marcelo Victor Gilge, Miler Rodrigo Pereira, Rosa Andrea Lopes de Souza, Tatiana Tavares da Silva, Tatiane Braga, Thaís Cyrino de Mello Forato.

Ao Conselho de Escola do ano de 2014 e à diretora aposentada Vera Cesarini por colocarem a Escola Municipal de Ensino Fundamental Brasil-Japão, DRE-Butantã, São Paulo à disposição para a realização da presente pesquisa.

À coordenadora pedagógica Priscila Munari Fontana e a todos os colegas professores da Educação de Jovens e Adultos pela validação do projeto-piloto e pelas sugestões para o projeto final. Agradeço, em especial, ao Prof. Marcos Maurício Autran (Artes) por me acompanhar na realização de fotos da escola e pela cessão de algumas de suas fotos da comunidade do Sapé.

À todos os meus alunos, especialmente aos da 3ª. Etapa Complementar I-A de 2015 por terem consentido e participado da pesquisa.

Ao apoio financeiro da Capes/PROEX para a participação em Congressos Nacionais e Internacionais.

Aos meus amados pais e à amada Gerda Lagus [*in memoriam*] e à minha sogra Margarida dedico esta obra em gratidão a todo amor com que fui acolhida. Ao meu esposo Haroldo pelo amor expressado como paciência, apoio e incentivo em todos os instantes e setores da nossa vida! Aos meus amados filhos Mário Henrique e Maurício por tudo que me ensinam, pela amizade e pelos homens valorosos que se tornaram. À minha amada nora Eloisa Maria pela preciosa amizade que compartilhamos na estrada da vida. À minha primeira neta, Maria Júlia, “a minha amiguinha” por quem eu tanto esperei...e a quem mais vier!

“O texto, porém, pode dizer alguma coisa diferente dos testemunhos, pode dizer mais, ou menos, (...) a intenção pode não se ter realizado ou ter sido ultrapassada, e no texto (na obra) há *mais* do que o autor pretendia”. (KOSIK, 1976, p. 141)

Fonte: KOSIK, K. Dialética do Concreto. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1976.

RESUMO

JENSEN, Gerda Maisa. Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino de ciências na Educação de Jovens e Adultos., 2016, 343 f. Tese (Doutorado) – Programa Ciências Biológicas (Biologia Genética) do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

Esta tese, inserida na linha de pesquisa História da Biologia e Ensino, destinou-se à introdução de episódios da História da Ciência em aulas de ciências do segmento Fundamental II da escola básica, em especial, na modalidade de ensino de Educação de Jovens e Adultos (EJA). A tese foi organizada em duas partes. A Parte I discorre sobre a abordagem histórica, segundo dois objetivos gerais principais: promover a compreensão de conceitos científicos atuais, relacionados à teoria evolutiva dos seres vivos, e desenvolver uma percepção informada dos estudantes sobre as características da ciência e, mais particularmente, do processo de investigação científica. O episódio da história da biologia selecionado foi o modo pelo qual um mesmo material biológico, o peixe elétrico, foi estudado por diferentes naturalistas dos séculos XVII ao XIX. O interesse foi o de conhecer as principais explicações dadas para o fenômeno, considerado, primeiramente, no âmbito mecânico e corpuscular e, mais tarde, elétrico, sendo retomado, no século XIX, no âmbito da teoria evolutiva. O estudo histórico foi focalizado no fato dos órgãos elétricos de peixes pertencentes a diferentes grupos taxonômicos terem sido considerados por Charles Robert Darwin (1809-1882) como uma dificuldade especial para o seu princípio de seleção natural. Este estudo indicou a solução apontada pelo naturalista inglês e comparou-a com o conhecimento científico atual uma vez que esse estudo histórico original se destinou ao ensino-aprendizagem de um conjunto de conceitos relacionados ao princípio da seleção natural como ensinado hoje na escola básica. O estudo histórico seguiu a metodologia de pesquisa em história da ciência, por meio de análise de fontes primárias, à luz de fontes secundárias. A Parte II da tese discorre sobre a pesquisa empírica realizada para a introdução do estudo histórico no ensino de ciências da EJA, que foi realizada por meio do planejamento, validação, implementação e avaliação de uma Sequência Didática (SD). A construção e a validação da Sequência Didática seguiram os parâmetros estabelecidos por Méheut e Psillos (2004). A pesquisa empírica foi feita segundo a metodologia da pesquisa-ação, pela professor-pesquisadora, e com alunos da EJA do município de São Paulo. A triangulação dos dados obtidos foi feita a partir de fotografias, gravações audiovisuais das aulas, registros diversos

dos alunos ao longo da sequência didática, incluindo respostas a questionário prévio (pré-teste) e posterior (pós-teste) à sequência didática, entrevista semiestruturada, entrevista estruturada e as anotações da professora-pesquisadora. A análise dos dados levantados seguiu metodologia qualitativa de pesquisa em educação científica, baseando-se em Bogdan e Biklen (2014) e na análise de conteúdo segundo Bardin (1994). Como resultados principais da pesquisa empírica sobre a abordagem histórica da ciência no ensino de ciências/biologia na Educação de Jovens e Adultos, destacaram-se: o aumento no número de alunos com percepções mais informadas sobre ciências e a compreensão, pela maioria dos estudantes, do princípio da seleção natural para explicar a origem das espécies, conteúdo científico atual, considerado complexo e distante do dia a dia dos estudantes.

Palavras-chave: História da Ciência; Ensino de Ciências; Ensino de Evolução Biológica; Sequência Didática; Educação de Jovens e Adultos.

ABSTRACT

JENSEN, Gerda Maisa. **Charles Darwin (1809-1882) and electric fishes: history and nature of science in science education of Youth and Adults**, 2016, 342 f. Thesis (Doctorate) –Biosciences Institute of the University of São PauloProgram Biological Sciences (Biology Genetics), São Paulo, 2016.

This thesis, History of Biology and Educationpart of the research line, was designed to introduce Science History episodes inelementary school science classes, mainly in Youth and Adult Education (YAE). The historical approach had two objectives in science teaching: promoting understanding of current scientific concepts related to the evolutionary theory of living beings and develop a perception on the characteristics of science and scientific inquiry. The first part of the thesis discusses the historical research and specially the episode in selected science history in which the same biological material - electric fish - were studied by different naturalists of the seventeenth to the nineteenth century. The interest was to know the main explanations for the phenomenon, first considered in acorpuscular and mechanical level, and then in an electric one, taken in the nineteenth century, in the context of evolutionary theory. The historical study was focused on the fact that the electric organs of fish belonging to different taxonomic groups were considered by Charles Robert Darwin (1809-1882) as a special difficulty for the principle of natural selection. This study indicated the approach adopted by English naturalist and compared it to the current scientific knowledge since this original historical study was devoted to the learning of a set of concepts related to the natural selection principle. The historical study followed the methodology research in history of science, through analysis of primary sources, in the light of secondary sources. The second part of the thesis is an empirical research that discusses the introduction of history of science in science education. The introduction of historical study in science education to adult education students was through planning, validation, implementation and evaluation of a Teaching Learning Sequence (TLS). The construction and validation of the TLS followed the parameters established by Méheut and Psillos (2004).The empirical research has been done according to the action-research methodology; the teacher-researcher, and YAE students in a public school, São Paulo. The triangulation of data was made from photographs, audiovisual recordings of classes, many student records along the teaching learning sequence, including answers to previous questionnaire (pre-test) and after (post-test) to the instructional sequence,

semi-structured interviews, structured interviews and the teacher-researcher notes. The analysis of the following qualitative data, followed a methodology researched in the science education based on the authors Bogdan and Biklen (2014) and content analysis based on Bardin (1994). The main results of empirical research on the historical approach of science in science/biology education at the Youth and Adult Education are the increasing in the number of students with more informed perceptions about science and understanding the principle of natural selection to explain the origin of species - a current scientific content, considered complex and far from students' daily lives.

Keywords: History of Science; Science Education; Teaching Biological Evolution; Teaching Learning Sequence; Youth and Adult Education.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
PARTE I. PESQUISA HISTÓRICA	18
1 HISTÓRIA DOS ESTUDOS SOBRE O FENÔMENO DOS PEIXES	18
1.1 O fenômeno do entorpecimento e da dor causado por certos peixes.....	18
1.2 As explicações corpuscularista e mecânicas sobre o fenômeno.....	20
1.3 As características da “virtude elétrica”.....	22
1.4 A explicação elétrica para o fenômeno.....	24
2 HISTÓRIA DAS IDEIAS TRANSFORMISTAS.....	30
2.1 A ideia da modificação das espécies.....	30
2.1.1 Em Georges-Louis Leclerc (1707-1788), conde de Buffon.....	32
2.1.2 Em Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet (1744-1844), cavaleiro de Lamarck	34
2.1.3 Em Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844).....	38
3 CHARLES ROBERT DARWIN (1809-1882) E OS PEIXES ELÉTRICOS.....	44
3.1 Os peixes elétricos no Capítulo VI do Sobre a Origem– Dificuldades com a teoria.....	45
3.2 A dificuldade “especial” seleção natural e a origem dos peixes	46
3.3 Für Darwin (1864): os mesmos aparatos respiradores em diferentes famílias.....	53
3.4 A causa das variações em espécies distintas.....	57
3.5 As cartas trocadas a respeito dos peixes elétricos.....	59
3.5.1 Carta 2020 de 13 de dezembro de 1856 dirigida a Thomas Henry Huxley (1825-1895)	61
3.5.2 Carta 2578 de 10 de dezembro de 1859 de Henry Holland (1788-1873) para Darwin	63
3.5.3 Carta 2925 de 23 de setembro dirigida a Charles Lyell (1797-1875)	63
3.5.4 Carta 2986 de 16 de novembro de 1860 dirigida a Thomas Henry Huxley	64
3.5.5 Carta 2996 de 24 de novembro de 1860 dirigida a Charles Lyell	64
3.5.6 Carta 3005 de 03 de dezembro de 1860 dirigida a Jeffries Wyman (1814-1874)	65
3.5.7 Carta 3041 de 03 de janeiro de 1861 dirigida a Thomas Henry Huxley	65
3.5.8 Carta 3056 de 03 de fevereiro de 1861 dirigida a Jeffries Wyman	66
3.5.9 Carta 3715 de 06 de setembro de 1862 de Jean Louis René Antoine Édouard Claparède (1832-1871) para Darwin	66
3.5.10 Carta 3847 de 06 de dezembro de 1862 de John Scott (1836-1880) para Darwin	67
3.5.11 Carta 4881 de 10 de agosto de 1865 dirigida para Johann Friedrich Theodor Müller (1821-1897)	68
3.5.12 Carta 6308 de 07 de agosto de 1868 dirigida a George Henry Lewes (1817-1878)	69
3.6 A explicação atual para a origem dos peixes elétricos.....	69
Considerações finais.....	72

PARTE II – PESQUISA EMPÍRICA.....	75
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	75
4.1 A História e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências	75
4.1.1 Benefícios da História da Ciência no Ensino de Ciências.....	77
4.1.2 Problemas e superação na introdução da História da Ciência no Ensino de Ciências	78
4.1.3 A História da Ciência e as Características da Ciência (CdC)	79
4.2 A Sequência Didática no ensino e na pesquisa	83
4.2.1 A Sequência Didática como ferramenta do processo de ensino e aprendizagem.....	84
4.2.2 A Sequência Didática como ferramenta de pesquisa.....	86
4.2.3 A validação da Sequência Didática.....	88
4.3 A Educação de Jovens e Adultos e o Ensino de Ciências.....	90
4.3.1 Caracterização da Educação de Jovens e Adultos.....	90
4.3.2 O contexto brasileiro da Educação de Jovens e Adultos	91
4.3.2.1 Alfabetismo Funcional dos brasileiros.....	91
4.3.2.2 Alfabetismo científico dos brasileiros.....	92
4.3.3 A Educação de Jovens e Adultos como campo de pesquisa.....	94
4.3.4 As temáticas de Ciências para a Educação de Jovens e Adultos.....	95
4.4 A Pesquisa-Ação Educacional e as decisões éticas.....	97
4.4.1 Caracterização da pesquisa-ação.....	97
4.4.2 As orientações éticas.....	99
5 METODOLOGIA.....	101
5.1 O contexto da pesquisa.....	101
5.1.1 A EJA na Rede Municipal de Ensino de São Paulo.....	101
5.1.2 A professora-pesquisadora	104
5.1.3 As comunidades no entorno da escola.....	106
5.1.4 A escola Brasil-Japão.....	107
5.1.5 O perfil dos alunos.....	113
5.1.6 A turma: 3o A /Etapa Complementar I.....	113
5.2 Considerações sobre a elaboração da Sequência Didática.....	116
5.3 A validação da Sequência Didática.....	118
5.4 A aplicação da SD	119
5.5 Os instrumentos de coleta e análise de dados.....	122
6 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	124
6.1 Plano geral do Bloco 1 - “O fenômeno dos peixes e suas explicações”	126
6.2 Planos das aulas do Bloco 1.....	129
6.3 Plano geral do Bloco 2 – A origem dos órgãos elétricos de certos peixes.....	134
6.4 Planos das aulas do bloco 2	136
6.5 Materiais instrucionais	140
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	154
7.1 Resultados e discussão sobre CdC e HC.....	154
7.1.1 Análise e discussão das percepções iniciais.....	154

7.1.1.1 A livre associação de palavras.....	155
7.1.1.2 O pré-teste.....	158
7.1.1.3 A entrevista semiestruturada.....	159
7.1.2 Análise e discussão das percepções intermediárias	162
7.1.3 Análise e discussão das percepções finais dos estudantes	168
7.1.3.1 Análise das respostas para a questão: “O que é ciências?”	168
7.1.3.2 Análise e discussão das respostas ao questionário NOSLit – pós-teste.....	169
7.1.3.3 A sondagem sobre observação e inferência	171
7.2 Resultados e discussão sobre C e HC.....	173
7.2.1 O instrumento de coleta de dados.....	173
7.2.2 Os resultados.....	174
CONCLUSÃO.....	179
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	184
APÊNDICE A - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo	202
APÊNDICE B – Projeto Político Pedagógico da EMEF Brasil-Japão de 2014.....	205
APÊNDICE C – Autorização da Direção da EMEF Brasil-Japão.....	226
APÊNDICE D- Ata do Conselho da EMEF Brasil-Japão.....	227
APÊNDICE E: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido/TCLE- para maiores de idade.....	229
APÊNDICE F: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido/TCLE-para menores de idade.....	231
APÊNDICE G: Termo de Assentimento/TA.....	233
APÊNDICE H: NOSLit original.....	235
APÊNDICE I : Parecer do Conselho de Escola sobre a pesquisa	241
APÊNDICE J: Transcrição de vídeo e áudio das aulas e entrevistas	242
APÊNDICA K: Transcrição da validação da Sequência Didática e das Questões exploratórias pelo GHBE para Ensino Médio e Projeto-Piloto para EJA série final	325
APÊNDICE L: Notas de campo do caderno da professora-pesquisadora	338

Introdução

Esta tese está inserida na linha de pesquisa História da Biologia e Ensino do Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e aborda a introdução de um estudo de caso da História da Ciência nas aulas de ciências do segmento Fundamental II da escola básica, em especial, na modalidade de ensino de Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Foram definidos os seguintes objetivos de pesquisa para a Parte I da tese: elaborar uma síntese da análise histórica sobre o fenômeno da dor e entorpecimento causado por certos peixes e as diferentes explicações que variaram da corpuscularista, mecânicas e elétrica nos séculos XVII e XVIII desenvolvida na dissertação de mestrado da professor-pesquisadora; elaborar uma análise das principais ideias transformistas dos séculos XVIII e XIX com a utilização da Resenha Histórica elaborada por Darwin à época, a fim de contextualizar o problema da origem dos órgãos elétricos dos peixes; elaborar uma análise da dificuldade especial de Darwin para explicar a origem dos órgãos elétricos de peixes pertencentes a diferentes grupos taxonômicos.

Foram definidos os seguintes objetivos de pesquisa para a Parte II da tese: desenvolver um estudo empírico a respeito da introdução do estudo de caso da história da Biologia desenvolvido na Parte I da tese nas aulas de ciências, especificamente do 5o. ano do ensino fundamental II da EJA-noturno; promover o ensino contextualizado de ciências por meio da elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência didática; investigar os benefícios e as dificuldades desta SD para a aprendizagem de conteúdos específicos e relacionados ao tema da evolução biológica e das características da ciência entre esses estudantes.

A Parte I da tese trata dos objetivos da pesquisa histórica e a Parte II trata dos objetivos da pesquisa empírica.

A pesquisa histórica embasou a sequência didática e a produção de material didático acessível sobre história da ciência, especificamente sobre a família de conceitos ligada ao princípio da seleção natural proposto pelo naturalista inglês Charles Robert Darwin (1809-1882). Este estudo seguiu a metodologia de pesquisa em história da ciência, por meio de análise de fontes primárias, à luz de fontes secundárias. A escolha do episódio histórico a ser implementado no ensino básico se deu a partir da pesquisa realizada na dissertação de mestrado em História da Ciência defendida em 2008 pela professora-pesquisadora na PUC-SP. A pesquisa do mestrado mostrou que os estudos acerca dos peixes que causam o fenômeno da dor e do entorpecimento nas suas presas, nos pescadores e nas mãos dos estudiosos desenvolveram-se e contribuíram para a compreensão da “virtude elétrica” e para a

discussão sobre a existência ou não de uma “eletricidade animal” diferente da eletricidade atmosférica. A dissertação apontou ainda que o interesse pelo estudo desses peixes (elétricos) teria continuidade durante o século XIX e XX.

Uma nova indagação surgiu para a professora-pesquisadora e o interesse pela resposta deu continuidade à análise histórica desta tese: como os estudiosos dos séculos XVIII e início do século XIX, em meio a ideias transformistas, explicavam o fato do fenômeno da “comoção” aparecer em peixes pertencentes a grupos taxonômicos diferentes?

O estudo histórico foi focalizado no fato dos órgãos elétricos de peixes pertencentes a diferentes grupos taxonômicos terem sido considerados por Darwin como uma dificuldade especial para o seu princípio de seleção natural explicitada no capítulo VI da sua obra mais famosa, *Sobre a origem das espécies*, de 1859.

Assim, a pesquisa histórica a partir da questão mencionada acima teve como objetivo utilizar um estudo de caso histórico particular, e original, no ensino-aprendizagem do princípio da seleção natural como proposto por Darwin a fim de construir a ideia da evolução biológica. Juntamente com a discussão, em sala de aula, desse episódio histórico foi almejado um delineamento não apenas de conteúdos científicos (aprender ciências naturais), mas também de conteúdos relacionados a um construto mais comumente conhecido por Natureza da Ciência, ou seja, do modo pelo qual a ciência é caracterizada ao longo do tempo (aprender sobre ciências naturais).

O Capítulo 1 apresenta o modo pelo qual os peixes que causam “comoção” ou dor e entorpecimento nas presas, nos pescadores e nos estudiosos foram estudados por diferentes naturalistas nos séculos XVII e XVIII e quais foram as principais explicações dadas para esse fenômeno: a corpuscularista, as mecânicas e a elétrica. Este capítulo está relacionado ao primeiro bloco de aulas da SD.

O Capítulo 2 contextualiza as principais ideias sobre a transformação das espécies do final do século XVIII e início do século XIX assim como algumas das explicações sobre as causas e os meios dessa transformação. A contextualização focou nos autores destacados por Charles Robert Darwin (1809-1882) e também de modo especial nos mencionados peixes, recorte desta pesquisa. Este não está diretamente relacionado a um bloco de aulas da SD.

O Capítulo 3 apresenta a dificuldade de Charles Darwin em explicar a origem dos órgãos elétricos, estruturas responsáveis pelo fenômeno causado por diferentes tipos de peixes, pelo seu princípio da seleção natural. Apresenta ainda qual foi o posicionamento do naturalista na última edição de sua obra, de 1876, revisada pelo autor. Este capítulo está relacionado ao segundo bloco de aulas da SD.

Neste último capítulo ainda, considerando a inserção da SD no ensino atual de Ciências e de Biologia, são apresentadas as explicações mais recentes sobre a origem dos órgãos elétricos em peixes de diferentes grupos taxonômicos. Julgou-se pertinente inserir dados de estudos recentes devido a relevância da compreensão do princípio da seleção natural como pré-requisito para a compreensão da Teoria Sintética da Evolução adotada nos livros didáticos e salas de aula do ensino básico. Portanto, não se pretendeu, com isso, construir uma visão anacrônica ou Whig, no sentido que foi apontado por Herbert Butterfield (1900-1979), de mostrar a ciência “como um processo de progressão linear do conhecimento” (Butterfield, [1931]).

A Parte II da tese trata da pesquisa empírica que consistiu no planejamento, validação, aplicação e avaliação de uma sequência didática, entre outras possíveis.

A sequência didática possui quatro objetivos de ensino e aprendizagem de ciências: os objetivos do ensino de ciências com vistas a escolha de conteúdos científicos (o conceito de seleção natural da teoria evolutiva dos seres vivos); os objetivos da inserção da história da ciência no ensino de ciências (contextualizar através do desenvolvimento histórico das explicações sobre o funcionamento e origem dos órgãos elétricos em peixes relacionando-as à teoria evolutiva de Darwin) e de algumas características da ciência (particularmente, de aspectos da investigação científica) relacionadas ao episódio histórico; o de aprimorar as habilidades científicas; o de desenvolver a competência leitora e escritora dos estudantes e a competência de compreender a ciência como atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural.

O capítulo 4 apresenta a fundamentação teórica da pesquisa empírica que procurou articular diferentes campos de saberes acadêmicos, suas teorias e metodologias, a partir da experiência pessoal e profissional da professora-pesquisadora construindo ou reconstruindo conhecimento e produzindo resultados no âmbito da pesquisa em educação científica. E a fundamentação teórica da criação e validação da sequência didática baseada em estudo de caso da história da Biologia.

O capítulo 5 descreve a metodologia utilizada na pesquisa empírica à luz de sua fundamentação teórica. O contexto, do geral para o particular, onde a SD foi desenvolvida, considerado nesta pesquisa como sendo o elemento didático fundador do desenho dos processos de ensino e aprendizagem. Isto porque o contexto implica na adaptação das diretrizes da Secretaria Municipal de Educação, do Projeto Político Pedagógico da escola e da própria intervenção pedagógica a ser realizada, a estudantes reais. Apresenta ainda como

foifeita a validação e a aplicação da SD considerando os aspectos éticos, bem como foram coletados os dados para triangulação e análise.

O capítulo 6 mostra o produto, a sequência didática, elaborada pela professora-pesquisadora a partir do estudo histórico. O estudo histórico tendo sido elaborado para esta tese, não aparece nos livros didáticos ou em outros materiais paradidáticos brasileiros atuais e usuais em nenhum segmento de ensino.

Desta forma, procurou-se apresentar o plano geral e mais amplo do primeiro bloco de aulas intitulado “O fenômeno dos peixes e suas explicações”, relacionado ao capítulo 1 da tese e que é constituído por oito aulas sequenciais sendo cada uma com a duração de noventa minutos. Depois do plano geral são apresentados os planos individuais de cada uma das aulas, particularizando os objetivos, a habilidade científica a ser desenvolvida, as atividades da sala de aula, os recursos materiais e as estratégias.

A mesma apresentação é feita para o segundo bloco de aulas que intitula-se “A origem dos órgãos elétricos dos peixes”, relacionado ao capítulo 3 da tese e que é constituído por sete aulas sendo cada uma com noventa minutos de duração.

No final deste capítulo estão, na ordem de introdução nas aulas, os materiais impressos elaborados pela professora-pesquisadora e que utilizam sempre que possível fontes primárias traduzidas ao português, como imagens ou citações dos autores. O constructo denominado Natureza da Ciência assegurou, como elemento de transversalidade, a coerência metodológica dos blocos didáticos.

O capítulo 7 analisa e discute os dados coletados antes, durante e ao término da SD tais como fotografias, gravações audiovisuais das aulas, registros diversos dos alunos ao longo da sequência didática, incluindo respostas a questionário prévio (pré-teste) e posterior (pós-teste) à sequência didática, entrevistas semiestruturada, entrevista estruturada e as anotações da professora-pesquisadora. A análise dos dados levantados seguiu metodologia qualitativa de pesquisa em educação científica, baseando-se em Bogdan e Biklen (2014) e na análise de conteúdo segundo Bardin (1994). Ela permitiu mapear a compreensão dos estudantes acerca do conteúdo científico e das características da ciência (CdC) trabalhadas em sala de aula durante a experimentação com a SD.

Ao final, é apresentada a conclusão.

PARTE I – PESQUISA HISTÓRICA

1 História dos estudos sobre o fenômeno dos peixes

Este capítulo apresenta o modo pelo qual os peixes que causam dor e entorpecimento nas presas, nos pescadores e nos estudiosos, foram estudados por diferentes naturalistas nos séculos XVII e XVIII e as principais explicações dadas para esse fenômeno. Ele embasou a preparação do primeiro bloco de aulas da Sequência Didática que será discutida na parte II da tese.

Apesar do fenômeno estar presente em vários tipos de peixes, foram especialmente estudados à época: o torpedo¹, um tipo de raia elétrica do Mar Mediterrâneo; a enguia do Suriname ou gimnoto²; e o bagre do Nilo³ (JENSEN; PRESTES, 2011, p. 229).

1.1 O fenômeno do entorpecimento e da dor causados por certos peixes

A existência de peixes que causam dor e entorpecimento é conhecida desde a Antiguidade. O médico grego Galeno de Pérgamo (109 – 217 d.C) indicava o seu consumo para esfriar o organismo devido ao seu caráter frio, de acordo com a doutrina médica baseada nos quatro *humores* (sangue, bile amarela, negra e fleuma). O médico romano Scribonius Largus, mais tarde, indicava-o para o tratamento da gota (BALDWIN, 2008, p. 80-81).

Nos séculos XVII e XVIII, os filósofos naturais tornaram-no objeto de investigação, procurando conhecer as causas desse fenômeno. Esse estudo ocorreu por meio de observações anatômicas e morfológicas, bem como por meio de experimentos. A Figura 1 mostra que o torpedo já era um peixe catalogado no início do século XVII.

¹ *Raja torpedo* Linnaeus [C.] 1758 [*Systema Naturae*, Ed. X, v1]. Atualmente nomeado como *Torpedotorpedo* (Linnaeus, 1758). O torpedo (tremelga, tremante, tremedeira) é um peixe de habitat marinho, encontrado no Mar Mediterrâneo e Leste do Atlântico, desde a Baía Biscaia até Angola.

² *Gymnotus electricus* (Linnaeus, 1766) ou *Electrophorus electricus* (Linnaeus, 1766). O nome comum é enguia elétrica, encontrada na América do Sul e Orinoco.

³ *Silurus electricus* Bonaterre [J. P.] 1788 [*Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature...Ichtiologie*]. Nome comum, bagre do Nilo atualmente *Malapterurus electricus* (Gmelin, 1789). É um peixe de habitat de água doce, encontrado na bacia do Rio Nilo e outros rios do oeste africano.

Figura 1 - Ilustração de torpedo na obra de Aldrovandi.
Fonte: Aldrovandi, 1613, p. 417 e 418

Em 1671, Francesco Redi (1626-1697), médico, naturalista e poeta italiano, deu testemunho do fenômeno ao jesuíta alemão Atanásio Kircher (1601-1680):

É uma coisa muito comentada pelos escritores que os peixes marinhos chamados de torpedos causam entorpecimento ao serem tocados; eu fiz a prova mais de uma vez, só para certificar-me de tal verdade e depois poder falar com certeza da ciência. Alguns pescadores trouxeram-me um peixe fresco e ao tocá-lo e apertá-lo a minha mão começou a formigar, depois o braço e toda as costas com um tremor incômodo e uma dor aflitiva que foi necessário que eu retirasse a mão, embora quisesse obstinadamente continuar a tocá-lo por mais tempo. (REDI, 1671, p. 15)

Estudando a anatomia externa e interna desses animais, e apenas tocando ou prendendo o peixe, Redi associou o fenômeno a órgãos de natureza muscular:

Parece-me agora que nesses dois corpos ou músculos em forma de foice [*musculi falcati*] reside, mais do que em qualquer outra parte, a virtude dolorífica dos torpedos, mas, não me arrisco a afirmar porque posso estar enganado. Não creio que me enganasse na observação de que a supracitada virtude se faz sentir mais vigorosa, quando o torpedo está preso e é apertado com a mão. (REDI, 1671, p. 17)

Stefano Lorenzini (1652-?), médico italiano e discípulo de Redi, aprofundou esses estudos na obra **Osservazioni intorno alle torpedini** (Observações sobre os torpedos) de 1678. Ele relatou, e apresentou a ilustração que se pode observar na Figura 2, que os músculos em forma de foice (*musculi falcati*) eram os responsáveis pelo entorpecimento causado pelos torpedos: “O Senhor Redi não se enganou; assim eu afirmo novamente que a virtude dolorífica não reside em outro lugar a não ser naqueles supracitados músculos, os músculos em forma de foice” (LORENZINI, 1678, p. 105).

Figura 2 - Tábua primeira.
Fonte: Lorenzini, 1678.

1.2 As explicações corpuscularista e mecânicas sobre o fenômeno

René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757), naturalista francês, publicou em 1714 uma obra especialmente voltada para esses peixes, intitulada **Des effects que produit le poisson apellé en François Torpille, ou Tremble, sur ceux que le touchen; et de le cause dont ils dependent** (Dos efeitos que produzem o peixe chamado em francês torpedo, ou tremante, sobre os que o tocam; e a razão da qual dependem).

Segundo Réaumur, havia, até então, duas interpretações diferentes para o fenômeno apresentado por esses peixes. Uma dizia que o efeito produzido pelo torpedo depende de uma infinidade de corpúsculos que fluem continuamente do peixe. Essa explicação era defendida por Redi, por Claude Perrault (1613-1688) médico, naturalista e arquiteto francês, e por Lorenzini:

Há duas interpretações diferentes [...] que o efeito produzido pelo torpedo, depende de uma infinidade de corpúsculos que fluem continuamente do peixe, mas que fluem mais abundantemente em certas circunstâncias do que em outras. É, geralmente, a opinião mais aceita e adotada por Redi, Perrault e Lorenzini. (RÉAUMUR, 1714, p. 349)

As citações a seguir mostram que Lorenzini seguia a opinião de Redi de que o fenômeno estaria relacionado aos *musculi falcati*, ou músculos em forma de foice, que emitiam corpúsculos que penetravam no corpo tocado pelo peixe:

O Senhor Redi não se enganou, assim eu afirmo novamente que a virtude dolorífica não reside em outro lugar a não ser naqueles supracitados músculos, os músculos em forma de foice. (LORENZINI, 1678, p. 105)

Suponho por princípio que o nosso corpo não possa ser alterado pelo prazer ou pela dor, se não por meio de outro corpo que o toque externamente ou se infiltre dentro dele; e esta suposição é bem conhecida e tida como verdadeira pelos seguidores da melhor filosofia. (LORENZINI, 1678, p. 113).

Lorenzini descreveu ainda que a dor e o entorpecimento causados pelo peixe torpedado seriam similares ao que sentimos quando batemos o cotovelo numa superfície dura: “O entorpecimento, e a dor, que nos causam os Torpedos quando tocados, é similar, de certo modo, à dor e ao entorpecimento, que sofremos quando batemos a ponta do cotovelo num corpo duro.” (LORENZINI, 1678, p. 113).

A segunda interpretação mencionada por Réaumur era defendida pelo naturalista italiano Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679). Segundo Borelli, o peixe se agita e desfere um golpe violento que causa um entorpecimento doloroso sobre a mão que o toca (RÉAUMUR, 1714, p. 349).

Réaumur, por sua vez, realizou diversas experiências com esse material biológico, mas não adotou nenhuma dessas duas ideias. Ele atribuiu a causa da dor e do entorpecimento causado pelos peixes aos músculos em forma de foice do dorso do peixe, mas não considerava que eles emitsem corpúsculos. Ao invés de golpe um violento como proposto por Borelli, Réaumur considerou que o efeito seria decorrente do movimento rapidíssimo desses músculos, que assumem uma posição alternada entre côncava e convexa (RÉAUMUR, 1714, p. 350).

A Figura 3 mostra a prancha de Réaumur de seu estudo sobre o torpedado. Podemos ver que a pele do dorso do lado direito do torpedado foi rebatida para mostrar um dos dois músculos em forma de foice.

Figura 3. Ilustração de torpedo.
Fonte: Réaumur, 1714, p. 360-361.

Na mesma figura, na ampliação abaixo à direita, o autor representou o músculo em corte longitudinal, mostrando que ele é composto por um conjunto de fibras musculares que lembram uma foice. A ilustração permitiu inferir que, para Réaumur, o conjunto de fibras de mesmo comprimento, segue do dorso em direção ao ventre.

A explicação de Réaumur predominou na Europa até meados do século XVIII, quando começou a ser contestada por alguns autores que comparavam o fenômeno dos peixes com os efeitos de um instrumento criado pelos “eletricistas” (estudiosos da eletricidade), a garrafa de Leyden.

1.3 As características da virtude elétrica

O desenvolvimento do conhecimento sobre os fenômenos elétricos do século XVIII revela-se de tal complexidade, que não poderia ser estudado em poucas páginas. Ele não prescindiu das observações realizadas em períodos anteriores acerca da “virtude elétrica” dos estudos sobre o fenômeno dos peixes. Portanto, vamos nos ater ao considerado essencial para consecução dos objetivos em relação às explicações sobre o fenômeno.

Pode-se dizer que a garrafa de Leyden foi um dispositivo que teve um profundo impacto teórico e prático nos estudos da eletricidade à época e, consequentemente, no estudo dos peixes elétricos. Ela foi construída por volta de 1745, independentemente, por Ewald

Georg Von Kleist (1700-1748) [garrafa de Kleist] e por Pieter Von Mussenbroeck (1692-1761), na Universidade de Leyden, nos Países Baixos (CALUZI, 2002, p. 83).

Figura 4 - Máquina elétrica e garrafa de Leyden.

Fonte: Nollet, 1753, p. 40

Como se pode observar na Figura 4, o dispositivo era uma garrafa de vidro tampada e atravessada por um prego. A eletricidade obtida pelo atrito (hoje conhecida por eletricidade estática) era conduzida por uma corrente de metal para uma vara, também de metal, e desta para a água que estava dentro da garrafa e que era condutora – o vidro era um não condutor. A garrafa acumulava a eletricidade da máquina elétrica. A seguir, aproximava-se o prego da garrafa de um objeto qualquer e surgia uma faísca.

Um dia, Mussenbroeck, trabalhando numa dessas garrafas com Andréas Cunnaeus e Jean-Nicolas-Sébastien Allamand (1731-1787), observou que Cunnaeus, que segurava a garrafa com uma das mãos, tocou em um condutor com a outra mão e sentiu um poderoso choque (CALUZI, 2002, p.83).

Como já mencionado, não demoraria muito para que os estudiosos tentassem comparar o fenômeno dos peixes com o da garrafa de Leyden, e para que a explicação mecânica de Réaumur fosse contestada.

Maravilhosas são as leis e os fenômenos da eletricidade quando se tornam evidentes para nós, em matéria morta ou inorgânica [...] o mesmo vigor quando conectado com o sistema nervoso e a vida; e embora o atual desconhecimento em torno do assunto possa ainda encobrir sua importância, cada avanço no nosso conhecimento deste grandioso poder em relação às

coisas inertes, ajudam a dissipar este desconhecimento, e a dar destaque ao elevado ramo da Filosofia Física. (FARADAY, 1838, p.1)

Michael Faraday (1791-1867), pesquisador inglês, fez uma revisão dos autores que contribuíram com este ramo da Filosofia ao estudarem os animais capazes de provocar o mesmo fenômeno que o das máquinas elétricas em sistemas vivos, e chegou mesmo a relatar que o fenômeno teria sido suficientemente esclarecido por John Walsh (1725-1795), Henry Cavendish (1731-1810) e Hugh Williamson (1735-1819) (FARADAY, 1838, p. 1). Ele citou ainda diversos outros autores, referindo-se a um período equivalente a mais de 50 anos de pesquisas (1838, p. 2).

Interessaa data dessa publicação, 1838, por indicar que os estudos acerca da natureza do fenômeno dos peixes ainda eram realizados até pelo menos a primeira metade do século dezenove. Esses e ainda outros autores contemporâneos que publicaram na **Philosophical Transactions of Royal Society of London**, merecem uma análise mais detida, conforme apresentado a seguir, para melhor compreensão dos argumentos utilizados em defesa da explicação elétrica para o fenômeno dos peixes e adotados por Darwin.

1.4 A explicação elétrica para o fenômeno

Provavelmente uma das primeiras obras a relacionar o fenômeno dos peixes de água doce encontrados na África Ocidental ao da garrafa de Leyden foi publicada em 1757, **Histoire naturelle du Senegal** (História natural do Senegal) por Michel Adanson (1727-1806).

Adanson trabalhava com um peixe chamado de *ouaniear* pelos nativos e de *trembleur* pelos franceses, o que significa peixe tremante ou tremente, tremedor ou ainda tremelga (que “treme”). Ele descreveu o efeito do estremecimento muito dolorido, sentido pelos que tocavam no peixe, como semelhante aquele causado pelo novo instrumento elétrico, a garrafa de Leyden. (ADANSON, 1757, p. 135).

Figura 5 - Frontispício da obra de Michel Adanson, 1757.

Doze anos mais tarde, em 1766, Edward Bancroft (1744-1820), médico inglês, publicou a obra **An essay on the natural history of Guiana** (Um ensaio sobre a história natural da Guiana), referindo-se a uma enguia torporífica encontrada principalmente no rio Essequibo, no Suriname, América do Sul, e semelhante a uma lampreia.

Bancroft destacou que o fenômeno era transmitido pela linha de pesca e por uma vara de ferro, e que atravessava uma cadeia de 12 pessoas tocando-se umas às outras e dispostas em círculo. Para Bancroft, a transmissão ocorria através da água onde a enguia nadava, enviando partículas torporíficas ou elétricas (BANCROFT, 1766, p. 192 e 198). Essas ideias estavam de acordo com as características do fenômeno elétrico conhecidas à época embora conservasse uma noção de partículas como na já mencionada hipótese corpuscularista.

No terço final do século XVIII, quando os estudos acerca da natureza da eletricidade ainda eram intensos, foi publicado um estudo experimental sobre o fenômeno causado pelo torpedo, realizado pelo inglês John Walsh (1725-1795) e por Sieu Seignet. Walsh publicou seu trabalho na **Philosophical Transactions da Royal Society of London**, em 1773. O trabalho é composto, na realidade, de duas cartas endereçadas a Benjamim Franklin (1706-1790), pesquisador e diplomata norte-americano. Walsh não citou a hipótese de Réaumur em nenhuma das cartas, porém, defendeu desde os primeiros parágrafos com base na investigação da condução do choque, que o fenômeno do torpedo era um fenômeno elétrico (WALSH, 1773, p. 462).

[...] o tipo de condutor é o mesmo no Torpedo assim como na garrafa de Leyden. As sensações igualmente ocasionadas por um e por outro no corpo humano são muito similares. Não apenas o choque, mas, a sensação de torpor que o animal algumas vezes dispensa e que é expressa em francês pelas palavras *engourdissement* [torpor] e *fourmillement* [formigamento] pode ser imitada exatamente com a garrafa [...]. (WALSH, 1773, p. 463)

Comparando a Figura 6 com a Figura 3 de Réaumur, podemos ver que Walsh mostrou os mesmos músculos em forma de foice localizados abaixo da pele, relacionando-os ao fenômeno do choque [elétrico]. John Walsh passou a chamá-los de “órgãos elétricos”. A figura de Walsh, como a de Réaumur, mostra que os músculos se apresentam desde a região ventral até a região dorsal, tanto do lado direito, quanto do lado esquerdo.

Figura 6 - Prancha XIX.
Fonte: Walsh, 1773, p. 480

Um pouco mais tarde, em carta de 27 de agosto de 1772, escrita em Paris, e que se referia aos torpedos estudados na Ile de Ré, Walsh, após ter descrito seus experimentos, não mostrou o mesmo entusiasmo com a explicação elétrica. Ele teceu considerações sobre possíveis contestações que poderiam ser feitas pelos estudiosos que comparavam o fenômeno do torpedo com aqueles da garrafa de Leyden, uma vez que, nos peixes, não ocorriam todos os efeitos que, na época, caracterizavam o fenômeno da eletricidade: o peixe não atraía nem repelia pequenos materiais como penas e papéis; a descarga não ocorria através do ar, nem era acompanhada de luz [faísca] e som [estralo] (WALSH, 1773, p. 474-75):

[...] eles ocasionam a mesma impressão em nossos nervos. Efeitos semelhantes devem ter causas semelhantes. Mas, [...] os efeitos dos Torpedos e os da Garrafa não são similares em todos os aspectos; a Garrafa carregada ocasiona disposições atrativas e repulsivas; sua descarga acontece através do ar e é acompanhada de luz e som – nada disso ocorre com o Torpedo. (WALSH, 1773, p. 474-5)

John Hunter (1728-1793), anatomista britânico, publicou no mesmo fascículo da **Philosophical Transactions** uma descrição anatômica dos órgãos elétricos dos torpedos. Ele afirmou que esses peixes em nada diferiam, em sua anatomia, das demais raias, exceto pela presença dos agora chamados órgãos elétricos.

Na figura 7, a ilustração do trabalho de Hunter mostra que cada um dos órgãos elétricos seria um conjunto de fibras com diferentes comprimentos (diferentemente do desenho de Réaumur, apresentado na Figura 3, cujas fibras estão representadas como tendo o mesmo comprimento), conforme a espessura da região do corpo considerada.

A ilustração também permite perceber que o conjunto se dispõe no sentido da parte superior do corpo para a parte inferior, e que cada fibra tem a forma de pentágono ou de hexágono, como se vê em detalhe do lado esquerdo. O órgão é ricamente enervado, como se vê no lado direito, na vista dorsal do torpedo (imagem superior).

Figura 7 - Prancha X, figura I e II.
Fonte: Hunter, 1773, p. 490

Ressalta-se que, diferentemente dos desenhos de Réaumur e Walsh (as figuras 3 e 6 comentadas), Hunter apresentou o desenho de um corte transversal dos músculos onde uma parte ainda aparece presa à pele (imagem inferior).

John Ingenhousz (1730-1799), holandês criado na Inglaterra e médico da Imperatriz Maria Theresa, buscou estabelecer, no ano seguinte, uma relação entre o choque, os músculos e os nervos:

Nós dissecamos alguns torpedos, e achamos, se bem me recordo, quatro pacotes de nervos muito grandes, passando lateralmente da cabeça até os dois corpos chamados de músculos em forma de foice, que se distribuíam por densas ramificações através de toda sua substância. Esses nervos parecem terminar em fios circulares, os quais circundam certos cilindros de uma substância transparente gelatinosa, a qual parece constituir a parte material desses corpos singulares que parecem ser o reservatório do poder elétrico: esses cilindros paralelos uns em relação aos outros vão do lado de baixo para o lado de cima do peixe. Eu não conseguia ver esses corpos delicados mudarem de tamanho no momento que o torpedo dava umchoque,mas, eu suspeitava que eles mudavam. (INGENHOUSZ, 1775, p.4)

Outros estudos ainda foram feitos. John Hunter, por exemplo, trabalhando com o gimnoto, que pode ser visto na Figura 8, dedicou seu trabalho de 1775 a John Walsh, afirmando ter sido esse autor “o primeiro descobridor da eletricidade animal”.

Figura 8 - *Gymnotus Electricus*.
Fonte: Hunter, 1775

Como podemos ver no corte transversal representado na imagem da direita da Figura 9, Hunter assinalou a existência, no gimnoto, de dois pares de órgãos elétricos (de natureza muscular), sendo dois maiores (letra H) e separados (letra K) e dois menores (letras I e F).

Figura 9 - Corte transversal do Gimnoto.
Fonte: Hunter, 1775

Os trabalhos com esses peixes continuaram por muito tempo, bem como as investigações sobre a possibilidade de que a natureza dessa “eletricidade animal” fosse ou não a mesma que a dos corpos inertes ou ainda semelhante à eletricidade atmosférica. Ainda haveria muitas discordâncias a esse respeito e muitos estudiosos envolvidos (BERNARDI, 2000, p.101-114), como a controvérsia que envolveu Luigi Galvani (1737-1798) e Alessandro Volta (1745-1827), naturalistas italianos que, além dos peixes, utilizaram também rãs como material biológico.

De modo bem sucinto, pode-se dizer que Galvani admitiu a existência de uma “eletricidade animal” peculiar aos seres vivos e distinta da eletricidade celeste. Atribuiu essa eletricidade a um fluido que seria gerado no cérebro e que passaria para os músculos através dos nervos. Os nervos conteriam um fluido sutil semelhante ao fluido elétrico. Esse fluido ficou conhecido como fluido galvânico ou eletricidade animal, o qual era desobstruído pela passagem da corrente elétrica.

Em 1792, Alessandro Volta iniciou uma série de pesquisas sobre os conteúdos tratados na obra de Galvani, procurando compreender se o fluido galvânico ou eletricidade animal e a eletricidade celeste eram a mesma coisa ou coisas diferentes.

Alguns meses mais tarde, Volta publicou uma série de artigos sobre uma nova forma de interpretar os experimentos de Galvani. Volta relatou que a contração dos músculos da perna da rã não dependia dos nervos, mas apenas do contato entre os metais, e que esse contato, no caso do ser vivo, seria feito pelos nervos (PERA, 1992).

Os estudos acerca dos fenômenos da eletricidade, assim como o estudo dos peixes, tiveram ainda continuidade no século XIX. No entanto, para os objetivos da presente pesquisa é necessário interromper a exposição desses estudos a fim de que se apresente a confluência com outra questão, a do desenvolvimento das ideias sobre a transformação das espécies.

No contexto de ideias transformistas, como era explicada a origem de órgãos elétricos em peixes classificados em grupos diferentes, ou seja, em peixes sem uma origem comum?

2. História das ideias sobre a modificação das espécies

Este capítulo apresenta as explicações sobre a transformação das espécies dos séculos XVIII e XIX a partir do estudo da “Resenha Histórica acerca dos progressos da opinião pública sobre a origem das espécies” incluída na terceira edição do livro *Sobre a origem das espécies*, de 1861, de Charles Robert Darwin (1809-1882). Na resenha, Darwin transcreveu alguns trechos das obras de 25 diferentes autores publicadas entre 1813 e 1852, que teriam, antes dele, defendido que as espécies seriam suscetíveis de “modificação”. Darwin teceu considerações sobre os diferentes trechos buscando esclarecer as dificuldades existentes, à época, para explicar as causas e os meios dessa “modificação” das espécies.

Entre os autores anteriores a ele e seus contemporâneos, Darwin destacou os nomes de Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788), naturalista, matemático e escritor francês; Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, cavaleiro de Lamarck (1744-1829), naturalista francês e Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1779-1844), também naturalista francês, como os autores que apresentaram as melhores explicações sobre as causas e os meios da transformação das espécies.

2.1 A ideia da modificação das espécies

Na Resenha Histórica apresentada pela primeira vez por Darwin em 1861, lê-se:

Muito recentemente, a grande maioria dos naturalistas ainda acreditava que as espécies eram produções imutáveis e tinham sido criadas separadamente. (DARWIN, [1876], 2009, p. 9)

Note-se que o autor não nomeou os naturalistas que defendiam essas ideias. Em seguida, acrescentou: “Por outro lado, alguns naturalistas acreditam que as espécies sofrem modificações, e que as formas de vida existentes são descendentes de formas preexistentes por geração ordinária [sexuada].” (DARWIN, [1876], 2009, p. 9)

Em nota de rodapé, Darwin citou Aristóteles (384 a.c.-322 a.c), indiretamente, isto é, sem ter lido o original, numa passagem em que o filósofo grego discutiu se as relações entre as diferentes partes do corpo e as funções que desempenham no organismo são “mero acidente” ou se elas “parecem possuir adaptação a um determinado fim”. Assim, para Aristóteles, a chuva não cai para fazer com que estes grãos cresçam e aqueles apodreçam, assim como os dentes não crescem segundo nossas necessidades para cortar ou triturar, mas foram assim preservados, segundo “alguma espontaneidade interna. Já as que não forem

assim constituídas, estas desaparecem e ainda estão desaparecendo”. Essas passagens foram tomadas por Darwin como que delineando o princípio da Seleção Natural, por ele defendida.

A historiografia da ciência atual, contudo, ressalta que esse tipo de juízo feito por Darwin pode ser considerado anacrônico, na medida em que a ideia de evolução era incompatível com o cosmos aristotélico (MARTINS, R.A., 2013, p. 167-209).

Darwin destacou os nomes de alguns autores que considerou terem os melhores e mais abrangentes argumentos para determinar as causas e os meios da modificação das espécies: Buffon, Lamarck e Saint Hilaire:

[...] o primeiro autor que tratou este assunto com um espírito científico nos tempos modernos foi George-Louis Leclerc, Conde de Buffon. Mas, como as suas opiniões variaram muito em períodos diferentes, e como ele não se refere às causas nem aos meios de transformação das espécies, não necessito de entrar aqui em detalhes sobre os seus pontos de vista. (DARWIN, [1876], 2009, p. 9)

Dentre os três autores citados, Darwin destacou a obra de Lamarck como tendo sido a primeira a despertar a atenção sobre o tema. Lamarck defendeu a tese de que todas as espécies, incluindo o homem, descendem de outras, e que as modificações resultam de leis, e não de intervenções miraculosas.

Segundo Darwin ([1876], 2009, p. 83), Lamarck teria concluído sobre a ocorrência de modificações graduais entre as espécies com base: a-) na dificuldade em distinguir espécies de variedades; b-) na quase perfeita gradação de formas em certos grupos e c-) na analogia entre as observações da natureza e a das produções domésticas. Sobre os meios de modificação, entre outros fatores, Lamarck teria atribuído maior importância ao uso e desuso. Como se confirmará mais adiante, Darwin continuou aceitando o uso e desuso como meio de modificação das espécies.

Pode-se inferir que as ideias “não fixistas” não constituíam um paradigma pela simples oposição que sofriam dos autores fixistas ou criacionistas, mas, principalmente porque não tinham uma argumentação sólida sobre as causas e os meios das transformações das espécies, como se lê nos comentários críticos de Darwin às ideias de seus contemporâneos.

Pareceu pela leitura desses comentários que pelo menos para as produções domésticas, tanto de plantas quanto de animais, já estava claro para os estudiosos daquela época que elas teriam surgido por meio de modificações das espécies. Restava pensar sobre as causas e os

meios dessas mudanças que ocorrem tanto nas produções domésticas quanto nas produções naturais (à época entendida pelos estudiosos como sendo sem intervenção humana).

Darwin não achou necessário entrar em detalhes acerca dos pontos de vista de Buffon. Porém, optou-se pela leitura de fontes secundárias sobre este naturalista, para melhor compreensão do que Darwin queria dizer sobre a ausência “dos meios e das causas das modificações das espécies” nesse e nos outros autores.

2.1.1 Em Georges-Louis Leclerc, Conde de Buffon

Buffon publicou a extensa obra **Histoire naturelle, générale et particulière** (História natural, geral e particular) em 36 volumes e tornou-se famoso em toda Europa e eventualmente na América. Desta grande obra, folheamos **Histoire Naturelle des Poissons** (História Natural dos Peixes), publicada em cinco volumes, entre 1798 e 1803, e de autoria de um de seus colaboradores, Bernard-Germain-Étienne de La Ville-sur-Ilлон, conde de Lacépède ou La Cépède (1756–1825), na qual foram encontrados vários epítetos relativos aos peixes acima citados. Destacou-se para esta pesquisa, esse trecho do tomo segundo:

[...] eles [os peixes elétricos] demonstram a unidade do modelo de acordo com o que a natureza moldou todas as espécies de peixes que se espalhou para as águas. E que este tipo de vitalidade e animalidade dos inúmeros animais é digno da atenção de filósofos. [...]. A natureza, por assim dizer, criou em nosso planeta um ser vivo que se multiplicou em cópias mais ou menos modificadas. (LACÉPÈDE, 1798, tomo II, p. 129)

“Um ser vivo que se multiplicou em cópias mais ou menos modificadas” permite inferir que pelo menos para o material biológico objeto desta pesquisa, os peixes, já havia a ideia de modificação, de transformação das espécies [na natureza] conforme também defendido por Darwin. As figuras 10, 11, 12 e 13 são ilustrações de peixes ditos “elétricos”.

Figura 10 - Gimnoto.
Fonte: Laville-sur-Ilhon, 1798-1803 tomo 2.

Figura 11 - Trichiure.
Fonte: Laville-sur-Ilhon, 1798-1803, tomo 2

Figura 12 - *Torpedo*
Fonte: Laville-sur-Ilhon, (1798-1803, tomo 2)

Figura 13 - *Tetrodon*
Fonte: Laville-sur-Ilhon (1798-1803, tomo 2)

Como Buffon/Lacépède poderiam ter explicado a existência de peixes capazes de causar dor e entorpecimento nas presas, nas mãos dos pescadores e dos estudiosos?

Se admitirmos apenas a partir da leitura do pequeno trecho “a natureza criou em nosso planeta”, podemos inferir que para Buffon não havia necessariamente a criação de espécies imutáveis. A natureza se encarregava da “degeneração”. Deus teria criado as espécies, segundo um modelo único, a partir do qual surgiram modificações.

No trecho “um ser vivo que se multiplicou em cópias mais ou menos modificadas” Buffon e Lacépède mostraram conhecer e considerar a variedade dos tipos de peixes. No trecho, “eles demonstram a unidade do modelo” referindo-se aos peixes elétricos, indica-nos que o aparecimento dos órgãos elétricos poderia tanto ser uma “degeneração”, a partir de peixes não elétricos, quanto o contrário, ou seja, que todos os tipos de peixes poderiam inicialmente apresentar órgãos elétricos, e que a maioria poderia tê-los perdido por “degeneração”.

Seria coerente com o pensamento de Buffon explicar a variedade de peixes como sendo formas mais “degeneradas” ou menos “degeneradas dentro de uma unidade modelo (tipo). Provavelmente seriam mais “degeneradas” pelo fato dos peixes como os *Rodentia* serem mais prolíficos do que outros grupos.

A “degeneração” de algumas formas de peixes teria sido causada pelo meio ambiente, e só teriam sobrevivido os tipos que foram capazes de enfrentar as demandas de nutrição, desenvolvimento e reprodução. No entanto, esta pesquisa não encontrou, até este ponto, descritas evidências que permitissem estabelecer relação entre tais demandas e a presença dos órgãos elétricos em certos peixes.

2.1.2 Em Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, cavaleiro de Lamarck

Esse naturalista publicou suas ideias pela primeira vez em 1801; ampliou-as em 1809 em seu **Philosophie Zoologique** e posteriormente, em 1815, na introdução a **Hist. Nat. Des Animaux sans Vertébrés**. Nessas obras, defende a doutrina de que todas as espécies, inclusive o homem, descendem de outras espécies.

Segundo Darwin, ele foi o primeiro a chamar a atenção à probabilidade de todas as mudanças tanto no mundo orgânico como no inorgânico serem resultado de uma lei e não de intervenção milagrosa. Lamarck parece ter chegado a essa conclusão sobre a mudança gradual das espécies principalmente pela dificuldade em distinguir espécies e variedades, pela gradação quase perfeita de formas em certos grupos e pela analogia das produções domésticas.

A respeito dos meios de modificação, ele atribuiu algo à ação direta das condições físicas da vida, algo ao cruzamento de formas já existentes e muito ao uso e desuso, isto é, aos efeitos do hábito. (DARWIN, [1876], 2011, p. 11-2)

Para Darwin, em relação às causas e aos meios da transformação das espécies, Lamarck teria conseguido superar coerentemente as principais dificuldades à época, explicando a causa das transformações através de uma lei e não por uma intervenção milagrosa. Os meios da transformação das espécies seriam, nesse caso, as condições físicas, o cruzamento das formas já existentes [herança] e os efeitos do hábito.

Lamarck publicou sua obra mais acabada acerca da transformação das espécies por volta dos 50 anos de idade, portanto, podemos considerá-la uma obra típica do século XVIII.

Para os historiadores da ciência, este é um período muito rico tanto pela quantidade de conceitos como pelo processo intrincado que vai se revelando ao estudarmos o período, período esse que apresenta muitas implicações metodológicas e leva os historiadores a tornarem-se ainda mais cuidadosos em suas análises. Havia as coleções dos museus que vinham sendo enriquecidas desde as grandes navegações do período renascentista; os naturalistas europeus realizaram numerosas expedições pelas regiões tropicais entre o século XVIII e o século XIX, que trouxeram para o debate em história natural muitos temas importantes relacionados: a diversidade das espécies, a correlação entre clima e os seres vivos, a distribuição geográfica dos animais e vegetais, o estudo dos fósseis, e outros que implicaram, por exemplo, desdobramentos em relação aos sistemas de classificação.

Lamarck devotou grande parte de sua carreira às ideias de progressão dos animais [modificação], no entanto, não houve ampla discussão ou divulgação de seu trabalho em sua época. Portanto tratar do tema da história das ideias transformistas em todos os seus aspectos exclusivamente na obra deste autor já seria de grande complexidade, por isso, foi feito um recorte à luz dos nossos objetivos.

A principal referência desta parte da análise foi a historiadora brasileira, Lilian Al-Chuyer Pereira Martins que publicou, no ano de 2007, a obra intitulada **A Teoria da Progressão dos Animais de Lamarck** em que analisou parte das obras de Lamarck, entre elas, as citadas por Darwin e, portanto, sobre o tema deste capítulo.

Até 1799, Lamarck acreditava que as espécies animais e vegetais eram fixas, assim como pensava a maioria dos naturalistas de seu tempo. No entanto, para Lamarck o ambiente podia influenciar os seres vivos e promover mudanças, embora apenas em nível de variedades. Ele já havia notado que alguns tipos de sementes desenvolvendo-se em dois

ambientes diferentes poderiam vir a se tornar tipos diferentes [variedades]. Ele se referia a tais mudanças como “degradações”. Não cabe aqui relatar os fatores que o levaram a abandonar a ideia fixista, os quais já foram amplamente debatidos pelos historiadores.

No seu discurso de abertura do curso de invertebrados de 1800, segundo Martins, L. (2007), Lamarck inaugurou sua nova ideia acerca das causas e meios das transformações das espécies que publicou, em 1801, na obra **Système des animaux sans vertebres**(Sistema dos animais sem vértebras). Foi esta a obra citada por Darwin em sua Resenha Histórica. Lamarck só consolidou sua nova visão, de acordo com Martins, L. (2007), nos dois volumes da obra **Philosophie Zoologique**(Filosofia Zoológica), em 1809.

Para Lamarck, ainda segundo Martins, L. (2007), o Supremo Autor de todas as coisas criou uma “ordem das coisas” [a natureza], com as suas leis. Essa natureza teria dado origem a todos os seres vivos, vegetais e animais, sem a intervenção divina.

Num passado remoto, segundo Lamarck, não existiam seres vivos. Depois, a natureza criou os primeiros seres vivos (mais simples). Os seres mais simples foram produzidos por geração espontânea. Com o tempo e circunstâncias favoráveis, a partir destes seres vivos mais simples, foram surgindo os outros que foram aumentando sua complexidade [progressão], dando origem a uma escala animal e vegetal.

A natureza não teria produzido todos os seres vivos em diversos graus de perfeição ao mesmo tempo. Segundo Martins, L. (2007), para Lamarck a natureza criou inicialmente os vegetais e os animais mais simples; ou seja, os vegetais não originaram os animais ou vice-versa, eles formariam dois ramos distintos. A partir desse tipo mais simples teria se formado uma escala de perfeição do mais simples para o mais complexo. A passagem de um nível para o outro estaria sempre ocorrendo. Entretanto, nem todos os seres de um dado grupo passariam para um nível superior, alguns permaneceriam no seu próprio grau de perfeição. Do mesmo modo, novos seres mais simples estariam sempre sendo formados por geração espontânea.

Esta pesquisa procurou saber ainda como Lamarck teria explicado a geração espontânea num sistema de leis da natureza sem intervenção divina, na mesma obra de Martins, L. Duas seriam as causas da vida, dois fluidos invisíveis, o “calórico” e o “elétrico”. Ambos produziriam o “orgasmo vital”, os movimentos interiores que constituem e mantêm a vida.

Assim o “calórico” é o fluido que mantém o “orgasmo vital”, e é a primeira causa da vida; enquanto o “fluido elétrico” é a causa dos movimentos orgânicos e ações dos animais (MARTINS, L., 2007, p. 80-81). Essa concepção de Lamarck é coerente com os

conhecimentos de sua época acerca dos experimentos de Galvani, que propunha a existência de uma eletricidade animal diferente da eletricidade celeste, já mencionada nesta pesquisa.

As causas da progressão dos animais seriam: o “poder de vida” (MARTINS, L., 2007, p. 64) nos animais, que tende a complicar a sua organização corporal, a formar e a multiplicar órgãos particulares aumentando seu número e aperfeiçoando suas faculdades. A segunda causa seria “acidental e modificadora”[influência do meio] que leva a interrupções, desvios discretos e irregularidades nos resultados do “poder de vida” agindo sobre as partes externas e internas dos animais ou vegetais, modificando-as.

Para Lamarck, as espécies formam uma estrutura ramificada, pois durante seu surgimento e transformação ocorrem diferentes influências, e isso leva ao aparecimento de diferentes formas provenientes de uma forma inicial (MARTINS, L., 2007, p. 66). Para Darwin, os meios da transformação das espécies de Lamarck seriam condições físicas, o cruzamento das formas já existentes (herança) e os efeitos do hábito.

Em termos atuais, apenas as “massas” de Lamarck poderiam ser colocadas em uma escala de perfeição. Não se poderia comparar duas espécies e determinar qual é a mais perfeita, pois elas não fazem parte de uma sequência linear.

Em suas obras, segundo Martins, L., Lamarck apresentou as “massas” que constituem a escala animal em ordem decrescente de perfeição, com o intuito de facilitar seu estudo alegando que os animais mais perfeitos são os mais conhecidos. Entretanto, Lamarck sempre defendia que a natureza parte dos mais simples para os mais complexos.

A seguir, é apresentada a descrição do grupo dos peixes feita por Lamarck; do grupo anterior, os Moluscos; e do grupo posterior, os Répteis, a fim de caracterizarmos o material biológico na visão de Lamarck.

Os “Moluscos” não apresentam coluna vertebral, são moles. Estão providos ou não de cabeça, com um manto, cérebro com nervos, artérias, veias e brânquias; e são ovíparos. (MARTINS, L., 2007, p. 69).

Após os “Moluscos”, estão os “Peixes” que, em geral, não possuem pulmões verdadeiros. Apresentam brânquias ou folhetos de pectina e folhetos vasculíferos dispostos dos dois lados do pescoço. Não têm traqueia, artéria, laringe ou voz verdadeira. Não possuem pálpebras sobre os olhos. Não apresentam mamas. Sua cabeça é distinta do corpo. São dotados de nadadeiras, esqueleto bastante “degradado” [quando se considerava a escala animal em ordem decrescente], sangue frio, brânquias em todas as fases, principalmente na primeira. São ovíparos. (MARTINS, L., 2007, p. 69).

Após os “Peixes”, num grau maior de perfeição, estão os “Répteis”, que são dotados de coração com uma só cavidade, e de sangue frio. Sua respiração é pulmonar, sendo que em muitas espécies o pulmão é substituído na primeira fase por brânquias. Seu corpo não apresenta mamas. A cabeça é distinta, com quatro, dois ou nenhum membro articulado. O esqueleto é “degradado” [quando se considerava a escala animal em ordem decrescente], com coluna vertebral, cérebro com nervos, coração com um ventrículo, sangue frio e pulmões (ao menos na fase adulta). São ovíparos. (MARTINS, L., 2007, p. 69).

2.1.3 Em Étienne Geoffroy Saint-Hilaire

A respeito desse autor, Darwin escreveu:

Geoffroy Saint Hilaire, como está em sua biografia, escrita por seu filho, suspeitou, em 1795, que as espécies como as conhecemos são várias degenerações do mesmo tipo. Foi apenas em 1828 que ele publicou sua convicção de que as mesmas formas não foram perpetuadas desde a origem de todas as coisas. Geoffroy parece considerar sobretudo as condições de vida, ou o “monde ambiant ” como a causa da mudança. Ele tomou cuidado ao tirar conclusões e não acreditava que as espécies existentes agora sofrem modificação [...]. (DARWIN, [1872 ou 1876], 2011, p. 12).

Para Saint Hilaire, a causa das transformações das espécies seriam as condições de vida ou *monde ambiant*. Saint Hilaire teria tomado o cuidado de observar que tais condições capazes de modificar as espécies não mais ocorriam nos dias atuais. No entanto, Darwin não nos ofereceu comentário sobre se Saint Hilaire teria apontado quais seriam os meios dessa transformação.

Fortemente recomendado a Daubenton por Haüy, a quem livrou da prisão durante a Revolução Francesa, Jacques Bernardin de Saint-Pierre (1737-1814), o intendente do Jardim Botânico, nomeou Saint Hilaire para o Gabinete de História Natural para trabalhar com quadrúpedes, cetáceos, répteis, aves e peixes. Este dividia ainda os estudos de zoologia com Lamarck que ficou com os insetos, vermes e animais microscópicos. Em julho do mesmo ano, Lacépède ficou com répteis e peixes.

Em 1795, foi-lhe recomendado um zoologista chamado Jean Leopold Nicolas Frédéric Cuvier (1769- 1832) conhecido como Georges Cuvier. Chegaram a publicar quatro artigos juntos. No entanto, estudioso de anatomia comparada, Cuvier era criacionista [fixista] e catastrofista, tendo combatido fortemente os transformistas como Lamarck e Saint Hilaire. Ficou célebre a controvérsia entre Saint Hilaire e Cuvier (LE GUYADER, 2004).

Para esta pesquisa é importante ressaltar que em 1798, tendo Cuvier recusado a tarefa, Saint Hilaire participou da expedição científica de Napoleão Bonaparte ao Egito, onde fez observações principalmente sobre répteis e peixes, tendo enriquecido a coleção do Museu com numerosos exemplares. Retornou em 1801.

Seus trabalhos de anatomia comparada revelaram as características comuns entre os esqueletos distintos de vertebrados; observações que estão de acordo com sua ideia de um “plano de organização único” para cada um dos grandes grupos de seres vivos. Suas obras **Philosophie anatomique** (Filosofia da anatomia, 1818) e **Principes de philosophie zoologique** (Princípios de filosofia zoológica, 1830) demonstram também a importância da embriologia para compreendermos os “planos de organização”.

A obra que vamos analisar foi publicada no volume I dos **Annales du Museum national d'Histoire naturelle** (Anais do Museu Nacional de História Natural) em 1802. Saint Hilaire contava 30 anos de idade e era recém-chegado do Egito.

A prancha ou gravura da Figura 14 é a que foi apresentada por Saint-Hilaire. Aqui estão a raia torpedo e a raia comum, primeira análise do autor; o gimnoto e um corte transversal perto da cauda do gimnoto, que foi a segunda análise do autor. Para o bagre ou siluro tremante ou *trembleur*, o autor não apresentou gravura:

Figura 14 - Prancha de Saint-Hilaire.
Fonte: Saint-Hilaire, 1802, p. 392.

Saint-Hilaire apresentou duas justificativas para sua obra: a necessidade dos estudos relativos aos órgãos elétricos após os estudos galvânicos; a analogia⁴ entre os órgãos elétricos que permitiria, segundo ele, supor que pertencessem a grupos vizinhos, mas este não era o caso, já que aparecem em gêneros diferentes: gimnoto, trichiure, torpedo, tétrodon.

Ele citou outros tipos de peixes, trichiure e tétrodon, onde ocorreria o fenômeno da comoção (entorpecimento e dor causado pelo peixe na presa ou na mão de quem os toca). O autor não citou o bagre do Nilo, que era o seu mais recente objeto de estudo (o ano de 1801 foi o da sua volta do Egito). Este peixe também não veio a ser incluído na grande obra de referência sobre história natural dos peixes da época, a obra de Lacépède terminada em 1803. Estas observações embora pareçam irrelevantes, são importantes para ilustrar como a produção científica não é necessariamente linear nem progressiva.

No primeiro trecho, Saint-Hilaire fez uma descrição anatômica da raia torpedo e da raia comum assinalando as diferenças entre elas e buscando enfatizar as semelhanças como se pode ver nas duas primeiras colunas do quadro abaixo.

No trecho seguinte, ele descreveu a anatomia do gimnoto. Por fim, discorreu sobre a anatomia do bagre, ressaltando que ele foi o primeiro autor a fazê-lo.

Para facilitar a leitura, foi organizado um quadro comparativo: na primeira coluna estão os critérios utilizados por Saint Hilaire para comparar os órgãos elétricos; nas colunas seguintes estão descritas as observações realizadas em cada tipo de peixe.

⁴O termo analogia foi empregado por Étienne Geoffroy Saint-Hilaire em seus trabalhos de anatomia comparada. Segundo Bynum, Browne e Porter (1985, p.13), no entanto, a distinção entre os termos analogia e homologia foi esclarecida por Richard Owen (1804-92) somente em 1843. Homologia quando o mesmo órgão aparece sob uma variedade de formas em diferentes animais e analogia como uma parte ou um órgão em um animal, o qual tem a mesma função que outra parte ou órgão de um animal diferente (DSB, 1985, p. 13).

Quadro 1 – Comparativo da anatomia dos peixes por Saint-Hilaire, 1802

	torpedo	raia comum	gimnoto	bagre do Nilo
Localização	No dorso da cabeça.	Idem	Dois grandes e dois pequenos órgãos elétricos na parte inferior da cauda.	Ao redor de todo o corpo.
Sistema nervoso	Nervos grandes com 4 troncos principais.	Idem	Presença de ramos nervosos que se prolongam e se esparramam nos órgãos elétricos.	O nervo do 8º par se aloja entre a musculatura e aponevrose e possui 12 a 15 ramos de cada lado que perfuram e penetram no órgão elétrico.
Estrutura	São tubos preenchidos por substância gelatinosa e albuminosa	Idem	São células romboidais cheias de gelatina.	São células ou alvéolos pequenos recheados de albuminogelatina.
Forma das células	Os tubos não possuem orifícios, são de maior diâmetro e o número deles aumenta com a idade do peixe.	Os tubos possuem orifícios na pele e excretam material gelatinoso.	Fibras horizontais e verticais distanciadas de 1 mm formando uma rede.	Fibras tendinosas ou aponevróticas que se entrelaçam, mas não envelopam o órgão elétrico.

Saint Hilaire chegou às seguintes conclusões:

A localização dos órgãos elétricos é diferente nos diferentes tipos de peixes: na cabeça, nas raias torpedo; na cauda, nos gimnotos; e no entorno do corpo, nos bagres do Nilo.

Não existe um ramo específico do sistema nervoso designado aos órgãos elétricos.

A morfologia das células varia dentro de cada espécie e é tentador pensar que sejam diferentes. Faltavam descrições, segundo Saint-Hilaire, para confirmar essa ideia.

Os órgãos elétricos são formados pela reunião de instrumentos simples comparáveis à garrafa de Leyden.

Os órgãos elétricos seriam formados, em última análise, pelos nervos e pelas folhas aponevróticas entrelaçadas, “se assim posso me expressar” na polpa de albumina e gelatina.

Os nervos e a polpa albumino-gelatinosa seriam corpos “idioelétricos” ou seja, corpos como os metais da garrafa de Leyden [que conduzem eletricidade] e as folhas aponevróticas (tendinosas) que formam redes dentro do órgão, seriam corpos não condutores do fluido elétrico ou “anelétricos” como o vidro da garrafa de Leyden.

Esta obra trouxe novas contribuições às observações anatômicas de John Hunter acerca do torpedo ou do gimnoto e fizeram referência à natureza albumino-gelatinosa dos órgãos. Contudo, Saint-Hilaire não explicitou nessa publicação se realizou estudos eletrofisiológicos com os peixes para confirmar a natureza idioelétrica dos nervos e anelétricas das folhas aponevróticas que dessem sustentação à sua comparação com as garrafas de Leyden.

A contribuição desse seu trabalho foi a descrição dos órgãos elétricos do bagre tremante, ou como chamavam os franceses, *trembleur*. Segundo Antoine-Joseph Jobert (de Lamballe) (1799-1867), médico cirurgião francês, em obra publicada em 1858 e intitulada **Des appareils électriques des poissons électriques** (Os aparelhos elétricos dos peixes elétricos) esta teria sido a primeira vez que se reuniu numa publicação (JOBERT, 1858, p. 47), a observação anatômica dos três tipos de peixes elétricos. Saint-Hilaire não nos dá indícios, na sua publicação, se a teria feito durante sua viagem ao Egito ou em seu regresso da onde teria conseguido o peixe para uma posterior comparação.

Embora Saint-Hilaire pensasse que os nervos fossem condutores do fluido elétrico, não explicitou qual seria a natureza da eletricidade dos peixes que estudou. Saint-Hilaire deixou como contribuição a este respeito o fato de, talvez para os árabes, o fenômeno dos peixes fosse comparável ao da eletricidade celeste, como ele próprio testemunhou no Egito.

Segundo Guyader (2004, p. 6), a ideia de um “plano único de organização [morfológica] dos corpos já havia sido externada em sua obra **Mémoire sur les**

rapports naturels des makis Lemur, L. et description d'une espèce nouvelle de mammifère, 1796: “Parece que a natureza está confinada dentro de certos limites e todas as coisas vivas são formadas num único plano.” (SAINT-HILAIRE apud GUYDER, 2004, p. 3). Para esta pesquisa, ficou claro que os órgãos elétricos dos diferentes tipos de peixe são análogos entre si.

Como foi apontado por Darwin, na Resenha Histórica de 1861, o cultivo de plantas e domesticação dos animais já estava relacionado com o aparecimento de variedades, e este fato poderia ter uma analogia com o aparecimento de novas espécies na natureza, sem a intervenção humana para lhe dirigir.

3. Charles Robert Darwin e a origem dos peixes elétricos

Vimos até aqui que o fenômeno da dor e entorpecimento causado por peixes era conhecido desde a Antiguidade e constituiu objeto de estudo dos naturalistas a partir do século XVII. Esse trabalho muito contribuiu para o desenvolvimento dos estudos acerca da eletricidade. Vimos também que esses peixes não ficaram de lado nos trabalhos desenvolvidos pelos estudiosos que defendiam ideias de modificação das espécies.

É justificável ter como objetivo saber como Darwin explicou a origem dos órgãos elétricos dos peixes ao se pensar no ensino-aprendizagem do tema da evolução biológica.

Este capítulo apresenta a análise feita dos trechos que se referiram aos órgãos elétricos dos peixes no capítulo VI que tratou das dificuldades com o princípio da seleção natural, das diferentes edições inglesas da obra de Darwin intitulada **Sobre a Origem das Espécies**.

O uso de trechos originais, traduzidos pela professora-pesquisadora, buscou promover a compreensão de modo tão próximo quanto possível, da linguagem, da problemática, das dificuldades e dos conhecimentos do período, de forma a favorecer a aquisição de uma visão semelhante àquela dos pesquisadores dessa mesma época. Em outras palavras, buscou-se realizar, nesse ponto, uma abordagem diacrônica para a redação dessa análise e dos textos primários que viriam a ser utilizados em sala de aula.

O estudo das diferentes edições, desde a primeira (1859) até a modificação da sexta edição (1876) buscou responder as seguintes questões: quais argumentos ou explicações Darwin apresentou para colocar os órgãos elétricos dos peixes como uma dificuldade “especial”? Houve mudanças nas edições posteriores a de 1859 quanto a este tema? Quais teriam sido as mudanças? Como elas teriam sido fundamentadas pelo autor?

Após a leitura de todas as edições nos trechos já referidos, foram selecionadas apenas três edições para serem apresentadas neste capítulo: a 1ª edição, de 1859, intitulada **On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in Struggle for Life** (Sobre a Origem das Espécies através da Seleção Natural, ou a Preservação das Raças Favorecidas na Luta pela Sobrevivência); a quarta edição de 1866, porque esta pesquisa mostrou que as maiores e mais importantes mudanças na redação dos trechos acerca da dificuldade do princípio da seleção natural para explicar a origem dos órgãos elétricos dos peixes, foram feitas nesta edição; e a sexta e última edição (1872), depois de revisada pelo autor e publicada em 1876. Neste ano, Darwin ainda fez algumas modificações na sexta edição, de 1872. Os trechos desta edição (de 1876) foram escolhidos para comparar com a primeira edição (1859), porque se o autor decidiu-se 17 anos mais tarde

por corrigir e acrescentar partes, ainda que pequenas, é porque, a seu ver, elas eram importantes.

Foram analisadas e são apresentadas também as cartas trocadas por Darwin com seus contemporâneos na busca da compreensão do seu processo de raciocínio e argumentação para decidir-se a manter os órgãos elétricos dos peixes como uma dificuldade para sua teoria.

3.1 Os peixes elétricos no Capítulo VI do *Sobre a Origem*– Dificuldades com a teoria

Para lidar com as ausências tanto de registro paleontológico do gradual aparecimento das espécies quanto de evidências observáveis desse processo, Darwin criou a longa estratégia argumentativa, que é sua obra **Sobre a Origem**, a partir de exemplos próximos e até certo ponto testáveis.

Primeiramente, no capítulo I ele tratou das variações dos animais domésticos, para, em seguida, no capítulo II, tratar das variações na natureza. No capítulo III, introduziu a ideia da luta pela existência. No capítulo IV, fez a comparação entre a seleção natural e a seleção feita pelo homem.

Após colocar as leis da variação no capítulo V, Darwin apresentou então, no capítulo VI, intitulado “Dificuldades levantadas contra a hipótese e descendência com modificações”, casos de dificuldade com o princípio da seleção natural. Este estudo trata apenas da dificuldade com os órgãos elétricos dos peixes.

Como mencionado, foram lidos e comparados os capítulos VI de todas as edições inglesas da obra **Sobre a Origem**, a fim de verificarmos se houve modificação e quais teriam sido, acerca desta dificuldade. Para a apresentação da análise neste capítulo, foram escolhidas apenas três edições, a primeira (1859), a quarta (1866) e a sexta revisada, de 1876. Além disso, foi utilizado o *viorum* disponível no sítio Darwin online⁵, utilizado para comparar com o estudo das mudanças nos textos; além de fontes secundárias que serão citadas no desenvolvimento do capítulo.

No capítulo VI, o autor agrupou os casos de dificuldade e oposições em quatro tópicos:

- primeiro, “por que, se as espécies descenderam de outras por leves gradações, não vemos em todo lugar inúmeras formas de transição? Por que toda a natureza não está em confusão em vez de as espécies serem bem definidas?” (DARWIN [1872], 2011, p. 153)

⁵Disponível em <<http://darwin-online.org.uk>>

- segundo, “é possível um animal com a estrutura e os hábitos de um morcego ser formado pela modificação de algum outro animal com hábitos e estrutura diferentes? Pode-se crer que a seleção natural produz, por um lado, um órgão de menor importância, como a cauda de uma girafa, que serve como um moscadeiro e, por outro lado, algo tão maravilhoso como o olho?” (2011, p. 153)
- terceiro, “os instintos podem ser adquiridos e modificados pela seleção natural? O que diremos do instinto que leva a abelha a construir alvéolos e que praticamente precederam as descobertas dos gênios matemáticos?” (2011, p. 153)
- quarto, “como podemos explicar as espécies, quando se cruzam, serem estéreis e produzirem uma prole estéril enquanto nas variedades, quando cruzadas, a fertilidade permanece intacta?” (2011, p. 154)

No capítulo VI, ele focou apenas nos dois primeiros tópicos. Outras objeções, como o instinto e o hibridismo, foram tratadas em capítulos posteriores.

Para organizar a argumentação referente a esses dois tópicos, o autor subdividiu o capítulo VI da seguinte maneira: dificuldades que apresenta a teoria da descendência com modificações; falta ou raridade das variedades de transição; transições nos hábitos da vida; hábitos diferentes numa mesma espécie; espécies tendo hábitos inteiramente diferentes dos das espécies próximas; órgãos de perfeição extrema; modo de transição; casos difíceis; *Natura non facit saltum*; órgãos pouco importantes; os órgãos não são absolutamente perfeitos em todos os casos; a lei da unidade do tipo e das condições de existência está compreendida na teoria da seleção natural.

O interesse desta pesquisa focou nas modificações feitas na quarta edição, pelo autor, em relação aos dois primeiros pontos supracitados e discutidos no capítulo VI. Tais alterações foram mantidas nas edições seguintes, acrescidas de pequenas mudanças redacionais. No final deste estudo, de maneira breve, foram assinaladas mudanças consideradas significativas.

A quarta edição teve uma tiragem de 1500 exemplares e foi a mais extensamente modificada (FREIRE-MAIA, 1988, p. 42).

3.2 A dificuldade “especial” da seleção natural e a origem dos peixes elétricos

Os trechos do Capítulo VI, que se referem aos órgãos elétricos, foram divididos em trechos menores. Deste modo, são apresentados separadamente os três principais argumentos

do autor para colocar os órgãos elétricos como dificuldade para sua teoria; e um trecho novo da quarta edição.

Em cada quadro comparativo a seguir, o que permaneceu igual da primeira para a quarta edição foi tarjado na segunda coluna.

A intenção é a de destacar as alterações da quarta edição apresentadas na segunda coluna e que, por sua vez, não estão tarjadas.

Quadro 2 – Argumento 1 do capítulo VI (edições de 1859 e de 1866)

1859	1866
[...] Os órgãos elétricos dos peixes oferecem outro exemplo de dificuldade especial; é impossível conceber por quais etapas estes órgãos maravilhosos foram sendo produzidos; mas, como Owen ⁶ e outros tinham assinalado, sua estrutura íntima assemelha-se muito de perto com a dos músculos comuns; e recentemente foi mostrado que Raia apresentam um órgão análogo ao aparelho elétrico e, como argumentou Mateucci ⁷ não descarregam nenhuma eletricidade, nós mesmos somos muito ignorantes e	[...] Os órgãos elétricos dos peixes oferecem outro exemplo de dificuldade especial; é impossível conceber por quais etapas estes órgãos maravilhosos foram sendo produzidos; mas, como Owen tinha assinalado, há muita analogia entre eles e os músculos comuns, na sua maneira de ação, na influência do poder dos nervos sobre eles e na de outros estimulantes como a estricnina e, como alguns acreditam em sua estrutura íntima. Nós nem mesmo sabemos em todos os casos qual é a função de tais órgãos; embora para o Gimnoto e Torpedo não há dúvidas que sirvam para sua defesa e talvez para captura das presas; ainda que na Raia exista um órgão análogo na cauda, mesmo quando grandemente provocada manifesta como pouca eletricidade como Mateucci recentemente observou; tão pequena que dificilmente poderia ser utilizada para os mesmos fins. Contudo, na Raia, juntamente com o referido órgão existe, como o Dr. R. M'Donnell ⁸ demonstrou, um outro órgão perto da

⁶ Trata-se de Richard Owen (1804-1892), anatomista comparativo assistente de conservação do Museu Hunterian; Royal College Surgeons (Universidade Real de Cirurgiões), 1827; professor do Hunterian entre 1836 e 1856; Superintendente do Departamento de História Natural do Museu Britânico. Entre outros, descreveu os fósseis de espécies de mamíferos coletados por Darwin à bordo do *Beagle*. Cunhou os termos homologia e anatomia como vimos anteriormente.

⁷ Trata-se de Carlo Mateucci (1811-1868), italiano, professor de Física da Universidade de Pisa que publicou seus resultados de estudos eletrofisiológicos no livro **Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux** (Tratado sobre os fenômenos eletrofisiológicos dos animais), de 1844.

⁸ R. M. Donnell era um cirurgião e naturalista irlandês, co-editor com Huxley do *Natural History Review* (Revisão História Natural). Seu nome também pode ser soletrado M'Donnel ou McDonnell

estamos muito longe de apresentar argumentos de que algum tipo de transição tenha sido possível. [...] (DARWIN, 1859)	cabeça, não elétrico, mas o qual aparentemente é o real homólogo da bateria elétrica do torpedo. [...] (DARWIN, 1866)
---	---

Em 1859, Darwin utilizou os argumentos descritos a seguir para convencer que não era possível conceber por quais passos graduais os músculos comuns teriam se transformado em órgãos elétricos.

Primeiro, o órgão análogo presente na raia [comum], conforme Matteucci, descarregava pouca eletricidade; e não se sabia, até o momento, qual seria a função de órgãos elétricos que descarregavam pouca eletricidade. Para o gimnoto e o torpedo, a descarga elétrica estaria relacionada à defesa e captura da presa.

Segundo, de acordo com o trabalho de McDonnell, o verdadeiro homólogo ao órgão elétrico estaria aparentemente localizado na cabeça.

Por fim, assinalou que pouco se sabia sobre a linha de progenitores de qualquer um dos grupos.

É verossímil supor que Darwin pudesse ter pensado na possibilidade da existência de formas de transição dos músculos comuns para os órgãos elétricos quando ele se referiu ao fato de não se saber até o momento para que serviriam tais estruturas quando descarregassem pouca eletricidade ou, de um outro modo, que só se sabia a função dos órgãos elétricos no gimnoto e no torpedo.

Darwin considerou inicialmente que os órgãos elétricos dos peixes deveriam ser “órgãos novos”. Para explicar a origem dos órgãos elétricos dos peixes num universo de ideias transformistas, e diante da ausência de formas de transição de músculo comum para o órgão elétrico que fossem conhecidas na época, Darwin optou por colocar os órgãos elétricos no capítulo das dificuldades de seu princípio da seleção natural.

Alguns anos depois, em 1866, Darwin pareceu deixar de lado a ideia de que os órgãos elétricos fossem órgãos novos. Ele apresentou quatro justificativas que Owen já salientara: eles serem análogos na maneira de ação; a influência do poder dos nervos sobre eles; a ação da estricnina sobre eles; e a semelhança em suas estruturas íntimas.

Se, nesta época, já se soubesse da existência e da função de uma pequena eletricidade em outros tipos de peixes, seria possível que tivessem surgido buscas por formas de

transição. Como ainda nada se sabia a este respeito, os peixes elétricos ainda permaneceriam no capítulo das dificuldades.

Por outro lado, muito provavelmente, alguns estudiosos poderiam se dedicar à busca dos órgãos homólogos aos órgãos elétricos nos outros peixes como a raia comum.

Um breve aparte na pesquisa histórica:

O termo homologia ainda hoje é muito discutido pelos evolucionistas. Nos livros didáticos dirigidos ao Ensino Médio Regular e utilizado por alunos e professores, é usual a interpretação de que as homologias surgem em organismos que descendem de um ancestral comum e as analogias surgem como resultado de uma evolução convergente.

A pesquisa adotou o conceito de semelhança por homologia ou por analogia, a fim de evitar anacronismos, já que não se dedicou aos estudos anatômicos e embriológicos dos séculos XVIII e XIX.

A semelhança por analogia podia ser explicada por um modo de vida compartilhado (RIDLEY, 2006, p. 78). Por exemplo, tubarão, golfinho e baleia apresentam forma hidrodinâmica, relacionada com o modo de vida e natação desses animais. Assim como as asas dos insetos, das aves e dos morcegos podiam ser explicadas por seus hábitos de voo.

A semelhança por homologia era explicada quando não havia tais necessidades funcionais ou hábitos similares. Por exemplo, a existência do membro pentadáctilo nos tetrápodes atuais (anfíbios, répteis, aves e mamíferos) que desempenham funções diferentes como a das asas nas aves e no morcego, e os vestígios presentes nas nadadeiras posteriores das baleias (RIDLEY, 2006, p. 78).

Voltemos agora ao segundo argumento do autor:

Quadro 3 –Argumento 2 do capítulo VI (edições 1859 e 1866).

1859	1866
<p>[...] Os órgãos elétricos oferecem uma outra e mais séria dificuldade; eles ocorrem somente em uma dúzia de peixes, dos quais vários apresentam afinidades muito remotas. Geralmente quando um mesmo órgão aparece em vários membros de uma mesma classe, especialmente se os membros apresentam diferentes hábitos</p>	<p>[...] Estes mesmos órgãos a princípio parecem oferecer uma outra e mais séria dificuldade; eles ocorrem em uma dúzia de tipos de peixes dos quais vários apresentam afinidades muito remotas.</p> <p>Geralmente quando um mesmo órgão aparece em vários membros de uma mesma classe, especialmente se os membros apresentam diferentes hábitos de vida, nós podemos atribuir a</p>

de vida, nós podemos atribuir a sua presença à herança a partir de um ancestral comum; e sua ausência em alguns dos membros à sua perda através do desuso ou pela seleção natural.[...] (DARWIN, 1859)	sua presença à herança a partir de um ancestral comum; e sua ausência em alguns dos membros à sua perda através do desuso ou pela seleção natural. [...] (DARWIN, 1866)
--	---

Em 1859, Darwin havia salientado que a existência de um mesmo órgão em animais de hábitos diferentes poderia ser atribuída à herança a partir de um ancestral comum e a sua ausência à perda pelo desuso ou pela seleção natural. Podemos concluir que ele pensou, nessa época, que todos os peixes teriam tido um ancestral comum com órgãos elétricos. E esses mesmos órgãos poderiam ter desaparecido na maioria dos peixes pelo desuso ou pela seleção natural; e teria permanecido apenas numa dúzia de peixes. O esperado, de acordo com esse pensamento, seria que os peixes estivessem relacionados entre si ou que possuísem muitas afinidades entre si. No entanto, essa dúzia de peixes elétricos possuía remotas afinidades entre si.

Logo, era admissível que os órgãos elétricos fossem considerados órgãos novos.

Mas, este seria um caso que permaneceria ainda como dificuldade, qual seja, a de explicar por quais passos graduais os músculos comuns teriam se modificado em órgãos elétricos e, ainda, em peixes de diferentes tipos.

Vejamos o terceiro argumento de Darwin:

Quadro 4 –Argumento 3 do cap. VI (edições 1859 e 1866).

1859	1866
[...] Mas, se os órgãos elétricos tivessem sido herdados de um progenitor antigo, nós poderíamos esperar que todos os peixes elétricos estivessem relacionados uns aos outros. Nem a geologia leva a crer que antigamente mais peixes tivessem órgãos elétricos, e que a maioria dos descendentes modificados tivessem perdido. (DARWIN, 1859)	[...] Mas, se os órgãos elétricos tivessem sido herdados assim de um progenitor antigo, nós poderíamos esperar que todos os peixes elétricos estivessem relacionados uns aos outros; mas, isto parece estar bem longe de ser o caso. Nem a geologia leva a crer que antigamente mais peixes tivessem órgãos elétricos, e que a maioria dos descendentes modificados tivessem perdido. Mas, quando olhamos de perto para o assunto, encontramos vários tipos de peixes providos de órgãos elétricos que estão situados em diferentes partes do corpo – que diferem na sua construção, assim como no arranjo das

	<p>placas, e, de acordo com Pacini, no seu processo ou meios pelos quais a eletricidade é excitada – e por último, no poder nervoso requisitado (e esta talvez seja a principal diferença) sendo fornecida através de nervos diferentes de fontes amplamente diferentes. Por isso, nos vários tipos de peixes com remota afinidade dotados de órgãos elétricos, estes não podem ser considerados homólogos, mas, somente análogos na função. Consequentemente não há razão para supor que eles tenham sido herdados de um ancestral comum; para este se o caso, eles deveriam se assemelhar muito de perto em todos os aspectos. Assim, a maior dificuldade desaparece, deixando apenas uma menor porém ainda grande dificuldade; a saber, por quais passos estes órgãos surgiram e se desenvolveram em cada peixe separadamente. [...] (DARWIN, 1886)</p>
--	--

O terceiro argumento é o da ausência de evidências, na geologia, da existência de órgãos elétricos num ancestral antigo; argumento este que permaneceu até a última edição.

Na ausência de evidências geológicas [paleontológicas], era possível admitir tanto que os órgãos elétricos dos demais peixes teriam desaparecido pelo desuso ou pela seleção natural, quanto que fossem órgãos novos.

Já em 1866, Darwin continuou a reunir elementos para a sua defesa da analogia dos órgãos elétricos dos peixes: eles estão localizados em diferentes regiões do corpo, diferem na sua construção, no arranjo de suas placas, na maneira pela qual a eletricidade é excitada e na inervação, ou seja, no tipo de nervo que chega até elas. E manteve a redação de que, segundo MacDonnell, aparentemente o órgão homólogo estaria localizado na cabeça do torpedo.

Como Darwin teria então explicado a transformação dos músculos comuns em órgãos elétricos de maneira independente em cada um dos diferentes grupos de peixes?

Ao longo dos anos seguintes Darwin pareceu continuar refletindo sobre esta dificuldade e procurando providências ou justificativas que pudessem comprovar o aparecimento desses órgãos por seleção natural na descendência com modificação, como proposto nos capítulos anteriores de sua obra já citada. Contudo, não retirou a ideia do desaparecimento destes referidos órgãos nos outros peixes pelo desuso ou por seleção natural.

Darwin primeiro resolveu a maior dificuldade, não sendo órgãos novos e não sendo homólogos, tais estruturas não poderiam ter surgido a partir de um ancestral comum a todos eles. Logo, de acordo com suas ideias evolutivas, eles seriam órgãos análogos.

Apesar de reunir justificativas para defender a analogia, Darwin admitiu que permanecia uma dificuldade menor, porém ainda grande [e importante]: a de explicar por quais passos graduais os músculos comuns teriam sofrido modificações ao longo do tempo, transformando-se em órgãos elétricos [nos descendentes modificados] em cada tipo diferente de peixe.

Ele apresentou “a menor e [ainda] grande dificuldade” em 1866, para, em seguida, apresentar uma evidência da ação da seleção natural. Ele relatou o estudo realizado com os aparatos respiradores de caranguejos terrestres. Em seguida, por outro tipo de analogia, sugeriu que teria sido possível a transformação de músculos comuns em diferentes órgãos elétricos em peixes com afinidades remotas entre si, pelo seu princípio da seleção natural.

Vejamos a evidência relatada pelo autor:

Quadro 5 – Trecho novo do capítulo VI da quarta edição, de 1866.

1866

[...] Fritz Müller em um notável trabalho recentemente publicado discutiu um caso que é paralelo e muito próximo ao dos peixes elétricos, dos órgãos luminosos etc; neste seu caso, ele realizou um estudo minucioso com o objetivo de testar as ideias por mim defendidas nesta obra. Várias famílias de crustáceos inclui um número pequeno de animais que vivem fora da água e possuem um aparato respirador de ar [atmosférico]. Em duas destas famílias, especialmente analisadas por Müller, e que eram relacionadas entre si, as espécies concordavam muito de perto em todas as características importantes a saber: na estrutura de seus órgãos sensoriais, no coração e no sistema circulatório, na posição de cada tufo de pelo com os quais seus estômagos, igualmente complicados em ambos os casos, são forrados, e por último nas brânquias que respiravam dentro da água, e até mesmo nos ganchos pelos quais elas [as brânquias] são limpas. Por isso, deveria ser esperado por mera analogia que o aparato respirador de ar [atmosférico] devesse ser o mesmo nas poucas espécies das duas famílias e isto deveria ser muito mais confiantemente esperado por aqueles que acreditam na criação separada de cada espécie; por que este único aparato, com o mesmo propósito especial, deveria ter sido feito de diferentes modos para poucas espécies e que são ainda tão similares ou quase idênticas em todos os outros aspectos importantes?

Fritz Müller perguntou a si mesmo se esta grande similaridade em muitos aspectos estruturais deveria, em concordância com as ideias por mim defendidas, ser atribuídas à herança a partir de um ancestral comum. Mas como a vasta maioria das espécies das duas famílias supracitadas, assim

como o corpo principal dos crustáceos de todas as ordens, são aquáticos em seus hábitos, é improvável em alto grau, que um ancestral comum pudesse ter se adaptado para respirar ar [atmosférico]. Müller foi levado a examinar cuidadosamente e descrever este aparato nas poucas espécies que respiram no ar; e em cada uma ele encontrou diferenças em pontos importantes, como na posição dos orifícios, na maneira pela qual eles se abrem e se fecham, e em alguns detalhes acessórios. Agora, na crença de que espécies pertencentes a distintas famílias, já diferindo em algumas características, e nas quais elas sempre variaram provavelmente elas tenham variado de maneiras diferentes, e tenham lentamente se adaptado através da seleção natural a viver cada vez mais fora da água e a respirar o ar [atmosférico], isto é bastante inteligível e pode ser confiantemente esperado, que o artifício estrutural adquirido em cada caso seja materialmente diferente, apesar de servir para o mesmo propósito. Na hipótese de atos separados de criação o mesmo caso seria ininteligível, e nós só podemos dizer, é por isso. Esta linha de argumento parece ter tido grande peso em conduzir este distinto naturalista a aceitar totalmente os meus pontos de vista deste volume. (DARWIN, 1866)

3.3 Für Darwin (Müller, F., 1864): os mesmos aparatos respiradores em diferentes famílias

Johan Friedrich Theodor Müller (1821-1897), Fritz (abreviação íntima dos alemães para Friedrich) Müller, naturalista alemão radicado no Brasil a partir de 1852, como colono no assentamento fundado por Hermann Blumenau realizou este estudo no litoral de Santa Catarina, Brasil. E publicou obra intitulada **Für Darwin** (Para Darwin), em 1864. O professor Dr. Nelson Papaverofez uma breve alusão a este trabalho no artigo “Fritz Müller e a comprovação da Teoria de Darwin” no livro **A recepção do darwinismo no Brasil**, de 2003; embora ele tenha tocado em outros temas, tais como a lei biogenética não no exemplo dos caranguejos.

Nesta pesquisa, foi utilizada a obra traduzida por Luiz Roberto Fontes e Stefano Hagen (2009). Mais do que uma simples tradução, os autores realizaram cuidadoso estudo dos originais em alemão de 1864 e de 1869 e da tradução para o inglês (1869). E ainda das duas traduções anteriores ao português, a partir da versão inglesa (FONTES E HAGEN, 2009, p. 11).

Além disso, trouxeram aos leitores a tradução de três críticas à obra e quatro necrológios de Fritz Müller, redigidos por naturalistas: o de 1897, elaborado por Ernst Heinrich Philipp August Haeckel (1834- 1919), médico e zoólogo alemão; o de 1897, elaborado por Walter Fielding Holloway Blandford (1874- 1952), entomologista e músico; a

de 1898 de Hermann Von Ihering (1850- 1930), médico e zoólogo alemão radicado no Brasil desde 1880; o de 1899, elaborado por João Baptista de Lacerda (1846- 1915), médico brasileiro.

Figura 15 - Frontispício da obra **Für Darwin**, 1864

Figura 16 - Fritz Müller em 1865, professor em Desterro (atual Florianópolis), Santa Catarina, Brasil.
Fonte: Foto solicitada por Darwin em carta de 10/08/1865 e confirmado o recebimento em 11/01/1866⁹

⁹Müller, Fritz. **Para Darwin** (Für Darwin). Trad: Fontes, Luiz Roberto e Hagen, Stefano. Florianópolis: UFSC, 2009, pg. 20.

Fritz Müller no capítulo I, introdução de sua obra, relatou que tinha como objetivo comprovar a exatidão da teoria de Darwin através da sua aplicação “o mais minuciosamente possível a um determinado grupo de animais” (MÜLLER, [1864] 2009, p. 21). Tal tentativa de estabelecer uma árvore genealógica foi feita, no caso, com a classe dos crustáceos, rica em diversidade, e no estudo em que Müller se especializou.

No capítulo II, ele considerou que, para todos os caranguejos pertencentes a diferentes famílias e que permanecem longo tempo fora da água, é necessário que o ar entre por trás na cavidade branquial. Assim, se a separação destas famílias tivesse ocorrido em período muito anterior ao hábito de deixar a água, dificilmente os equipamentos relativos à respiração aérea seriam idênticos entre si e não poderiam ter sido herdados de um ancestral comum. Por outro lado, se houvesse acordo em tal estrutura, e se este acordo não fosse acidental, estas seriam provas contrárias às ideias de Darwin. Descreveu como um segundo exemplo, as espécies de *Melita*.

No capítulo III, realizou estudo sobre a larva náuplio (estágio larvar típico, planctônico, livre e nadador dos crustáceos aquáticos).

No capítulo IV, continuou na descrição morfológica das peculiaridades sexuais e do dimorfismo dos machos de *Tanais* (crustáceos que vivem sob a areia). Um grupo apresenta pinças grandes e um certo número de filamentos olfativos. O outro grupo apresenta patas pequenas e um grande número de filamentos olfativos. De acordo com Müller, naquele ambiente, a luta pela sobrevivência estava favorecendo ao grupo de pinças maiores na proporção de 100 indivíduos para cada um de patas pequenas e olfato aguçado.

No capítulo V, tratou da respiração nos caranguejos terrestres. Segundo esta nossa pesquisa, foi essa pesquisa que Darwin transcreveu, pela primeira vez, na sua quarta edição de **Sobre a Origem**, de 1866. E com a qual fez uma analogia com os órgãos elétricos dos peixes.

Para lembrar, dentro da água, as espécies de crustáceos de menor porte, trocam gases entre a hemolinfa e a água por difusão, enquanto as espécies de maior porte apresentam brânquias. As brânquias possuem a forma de penas, que lhes confere grande superfície e são altamente vascularizadas. A hemolinfa (sangue) é oxigenada pelo contra-fluxo da corrente de água.

Quando o animal está fora da água, as brânquias ficam protegidas da dessecação dentro de uma câmara localizada na sua carapaça (cefalotórax). O estudo de Müller é sobre a oxigenação da água dessa câmara, que é feita de distintas maneiras nos distintos caranguejos de hábito terrestre.

Nos *Grapsidae*, que vivem sobre as árvores do mangue, por exemplo, o orifício de entrada da cavidade respiratória está localizado acima do último par de patas nos lados do abdome (MÜLLER, [1864], 2009, p. 59). Já nos *Ocypodidae* que vivem enterrados na areia, os orifícios de entrada da cavidade respiratória estão localizados entre o terceiro e o quarto par de patas (MÜLLER, [1864], 2009, p. 59-60), ou seja, a posição da abertura do aparato respirador não é a mesma, assim como os órgãos elétricos dos peixes, que ora estão na cauda ora estão na cabeça ou ao lado do corpo como vimos no trabalho de Saint Hilaire.

A taxonomia dos caranguejos utilizadas por Müller já estava bem estabelecida por Henri Milne-Edwards (1800-1885), naturalista francês, qual seja, as espécies estudadas pertenciam e pertencem a famílias muito diferentes.

Müller começou seu capítulo V descrevendo a existência de um orifício atrás das brânquias para entrada de ar [atmosférico], “como exige a teoria de Darwin deve ter surgido de diversos modos nas diferentes famílias.” (MÜLLER, 1864, p. 57).

Num breve parágrafo fez a revisão bibliográfica para o caranguejo-rã (*Ranina*), em que o orifício está localizado no abdome. Em seguida, descreveu seus estudos com caranguejos, em que encontrou grandes semelhanças entre as demais características morfológicas; porém, grandes diferenças no aparato respirador de ar, como Darwin transcreveu para o **Sobre a origem**, e como foi lembrado logo acima.

Com isto, Müller defendeu a teoria de Darwin dessa maneira:

[...] O máximo a favor de Darwin é que a experiência esteja de perfeito acordo com essa exigência, porque a Escola, muito distante de poder prever ou explicar diferenças tão profundas, deve considerá-las como altamente estranhas. Quando reina a maior concordância nas famílias estreitamente aparentadas dos *Ocypodidae* e *Grapsoidae*¹⁰, em todas as condições essenciais da sua construção; quando para todo o resto – para os órgãos dos sentidos, para a articulação dos membros, para cada trabécula e tudo viloso do complicado arcabouço estomacal, para o coração e a circulação, quando os dispositivos que servem para a respiração aquática têm o seu plano de construção escravizantemente fixo, até no gancho microscópico nos pelos dos flagelos que limpam as brânquias – de onde, de repente, essa exceção, essa total diferença para a respiração aérea? A Escola dificilmente terá uma resposta a essa pergunta, ela teria que se colocar numa posição teológico-teleológica, que com razão caiu em descrédito entre nós e segundo a qual a produção de um mecanismo é explicada quando se consegue comprovar a sua “utilidade” para o animal. [...] Está longe da intenção destas páginas entrar numa refutação geral a esta teoria da utilidade. [...] como uma das realizações mais importantes da teoria de Darwin, é o ter despedido do seu exagero místico as considerações utilitárias, inegáveis na ciência da vida. (MÜLLER, [1864], 2009, p. 62-3).

¹⁰Henri Milne-Edwards (1800-1885), zoologista francês. Estabeleceu a classificação desses crustáceos na obra **História dos Crustáceos** em 3 volumes (1837-1841).

Esta pesquisa preocupou-se em saber como Darwin teria resolvido a nova dificuldade trazida por esta evidência que ele resolveu publicar na quarta edição:

Qual seria(m) a(s) causa (s) do aparecimento das variações em espécies pertencentes a famílias distintas?

3.4 A causa das variações em espécies distintas

Quadro 6 – Argumento 4 de trecho do capítulo VI da sexta edição revisada, de 1876.

1876

[...] Para estas espécies, pertencentes a famílias distintas, poderiam ter numa certa extensão, e em concordância com o princípio de que a natureza de cada variação depende de dois fatores, a natureza do organismo e das condições que o cercam, sua variabilidade seguramente poderia não ser exatamente a mesma. Consequentemente, a seleção natural teria tido diferentes materiais ou variações para trabalhar, e chegar ao mesmo resultado funcional; e as estruturas assim adquiridas.

(DARWIN, 1876)

Esta pesquisa mostrou que Darwin nunca deixou de pensar na dificuldade que apresentou em 1859. Para a sua última edição revisada e publicada em 1876, Darwin fez pequenas alterações redacionais no trecho sobre os peixes elétricos do seu capítulo VI da obra cujo título passou a ser **A Origem das Espécies**; e o mais importante foi que ele explicitou dois fatores que, para ele, assim como para Müller, seriam as causas das diferenças entre os aparatos respiradores dos caranguejos: a natureza do organismo e as condições que o cercam.

Müller trouxe uma evidência importante para Darwin na comprovação de seu princípio da seleção natural na luta pela sobrevivência. Ambos aceitavam que os aparatos respiradores seriam diferentes se as diferentes espécies, da mesma família, tivessem se adaptado gradualmente cada vez mais à vida fora da água e a respirar ar; e que a causa dessas diferenças teriam dois fatores: a natureza do organismo e as condições ambientais. A seleção natural teria tido materiais e variações diferentes para chegar ao mesmo resultado funcional.

“Por que ato de criação, inteligível, teriam surgido dois ou mais aparatos respiradores de ar diferentes nos crustáceos de hábitos de vida longe da água?” (Müller, 1864). De modo análogo poder-se-ia perguntar: por que ato de criação, inteligível, teriam surgido dois ou mais órgãos elétricos diferentes (análogos) nos peixes que causam dor e entorpecimento nas suas presas e nos pescadores e estudiosos?

Assim, os órgãos elétricos daquela meia dúzia de peixes poderiam ter surgido em diferentes espécies se as espécies tivessem se adaptado gradualmente cada vez mais à emissão de choque para captura de suas presas. A causa dessas diferenças teria dois fatores: a natureza do organismo e as condições ambientais. A seleção natural teria tido materiais e variações diferentes para chegar ao mesmo resultado funcional em espécies diferentes.

Um novo pequeno aparte: foi essa explicação causal para a transformação de músculos comuns em órgãos elétricos que chamou a atenção desta professora-pesquisadora para o ensino de biologia evolutiva, uma vez que um mesmo material biológico, exemplificava a ideia da transformação de um órgão em outro de modo menos abstrato e mais concreto para os iniciantes dos estudos de Biologia.

Retornando à esta pesquisa, persistiam ainda dois fortes argumentos: o da ausência de formas de transição e o da ausência de evidências da geologia que provavelmente teriam levado Darwin a deixar os órgãos elétricos dos peixes no capítulo das dificuldades. Argumentos que foram bastante utilizados, e ainda o são nos dias de hoje, para criticar a ideia da seleção natural.

A quinta edição (1869) teve uma tiragem de 2000 exemplares e nela apareceu pela primeira vez a expressão “sobrevivência do mais apto”. (FREIRE-MAIA, 1988, p. 42).

A sexta edição (1872) trouxe uma novidade no título que passou a ser **The origin of species** (A Origem das Espécies). (FREIRE-MAIA, 1988, p. 42).

Esta pesquisa mostrou que, em 1872 na sexta edição, foi acrescentada uma outra possível analogia entre o músculo comum e o órgão elétrico: na passagem do repouso para ação (contração), feita pelo Dr. Radcliffe em 1871. Isso revelou que Darwin nunca abandonou “a dificuldade especial” como os peixes elétricos e mantinha-se atento às publicações a esse respeito. A sexta edição foi reeditada em 1876.

Poderia ser encontrada alguma pista de que Darwin acreditava na possibilidade da existência de formas de transição ainda desconhecidas na época? Teria sido esse um outro motivo para o autor ter, até a última edição, mantido os órgãos elétricos como dificuldade, mesmo após publicar essa forte evidência acerca dos aparatos respiradores de ar em crustáceos, que sustentava as suas ideias?

Foi com essas perguntas que esta pesquisa se dirigiu às cartas trocadas entre Darwin e seus contemporâneos durante o período anterior à publicação do **Sobre a origem**, durante as sucessivas revisões desta obra (onde foi destacada a quarta edição) e após a última revisão.

3.5 As cartas trocadas a respeito da dificuldade com os peixes elétricos

Sendo tarefa do historiador tentar captar o que o autor queria dizer, ou seja, os pressupostos que preferiu ocultar ou que podem estar nas entrelinhas, a pesquisa se voltou para o estudo das cartas trocadas por Darwin com seus contemporâneos acerca do tema. O intuito era o de tentar compreender a discreta, porém, significativa mudança de ideia: daquela inicial, quando pareceu, para o autor, que os órgãos elétricos seriam “órgãos novos”, sem possíveis transições de músculos comuns para elétricos (1859), para a ideia de que os órgãos elétricos seriam análogos entre si e aos músculos comuns, e de que eles teriam surgido nos diferentes grupos de peixes sob condições ambientais especiais (1876).

O **Darwin Correspondence Project** (Projeto Correspondência de Darwin) foi criado em 1974 pelo presidente emérito da *American Council of Learning Societies* (ACLS), Frederick H. Burkhardt (1912-2007), local aonde trabalhou desde a sua aposentadoria até sua morte. Burkhardt era formado em Filosofia e foi um proeminente educador norte americano que também encabeçou a Bennington College (Universidade de Bennington).

O projeto é uma parceria com a Cambridge University Press (Editora da Universidade de Cambridge) onde Burkhardt também foi o editor-chefe de 17 dos 32 volumes previstos da obra **The Correspondence of Charles Darwin** (A Correspondência de Charles Darwin). Nele foram reunidas cartas trocadas por Darwin tanto com sua família quanto com seus contemporâneos, muitas das quais não haviam sido publicadas até 1975, quando se iniciou primeiramente a edição impressa.

O **Correspondence** oferece o texto completo de mais de 7000 cartas e informações sobre mais 8000 delas. Elas estão numeradas de acordo com a data de sua publicação, sendo que as datas em itálico designam as que não foram totalmente transcritas.

As cartas de Charles Darwin ainda estão sendo publicadas. O projeto terá continuidade até 2022. A publicação está no volume 19, de abril de 2012 e compreende as cartas do ano de 1871. O volume 20 que compreenderá as cartas de 1872 estava sendo aguardado para abril de 2013¹¹.

Dentro do conjunto publicado até 2013, apesquisa encontrou quinze transcrições de cartas que apresentam conteúdo relacionado aos órgãos elétricos dos peixes e que foram feitas por Down Bromley Kent. Das doze cartas, nove foram enviadas por Darwin e três recebidas por ele. Isso pode evidenciar o seu interesse ativo pelo tema.

¹¹ O endereço eletrônico do **Darwin Correspondence Project** é <<http://www.darwinproject.ac.uk>>.

Contudo, esta pesquisa mostrou que apenas doze cartas das quinze se referiam aos órgãos elétricos dos peixes, conforme o Quadro 7.

Logo no primeiro volume da versão impressa, os editores das correspondências de Darwin escreveram que, desde 1836, ele questionava a fixidez das espécies em uma conhecida passagem, enquanto organizava as suas anotações sobre pássaros, que haviam sido escritas durante a sua viagem a bordo do *H.M.S. Beagle*. Então, segundo os mesmos editores, a partir de 1837, ele teria embarcado numa incessante busca de fatos e construção de teorias para poder explicar a suas ideias sobre a origem das espécies.

Quadro 7 – As cartas trocadas

	data	autores
1	13/12/1856	Darwin, C.R. para Huxley, T. H.
2	10/12/1859	Holland, H. para Darwin, C.R.
3	23/09/1860	Darwin, C.R. para Lyell, C.
4	16/11/1860	Darwin, C.R. para Huxley, T. H.
5	24/11/1860	Darwin, C.R. para Lyell, C.
6	03/12/1860	Darwin, C.R. para Wymann, J.
7	03/01/1861	Darwin, C.R. para Huxley, T.H.
8	03/02/1861	Darwin, C.R. para Wymann, J.
9	08/09/1862	Claparède, J.R.L.A para Darwin, C.R.
10	06/12/1862	Scott, J. para Darwin, C.R.
11	10/08/1865	Darwin, C.R. para Muller, J.F.T.
12	07/08/1868	Darwin, C.R. para Lewes,

Daniel Pauly (2007) em sua enciclopédia sobre os peixes de Darwin, **Darwin's Fish** (Peixes de Darwin), comparou as explicações sobre os órgãos elétricos entre a primeira e a última edição do **A Origem**. Vimos que esta pesquisa, mais cuidadosa, foi além da de Pauly e pôde mostrar que Darwin fez as alterações dez anos antes da última edição, em 1866, e que as manteve nas edições posteriores. Pauly citou apenas três cartas: a de 1856 para Huxley¹², a de setembro de 1860, para Lyell¹³, e a de 1868, para Lewes¹⁴. Esta pesquisa se aprofundou em todas as cartas que estão publicadas sobre o tema e ainda trouxe o exemplo dos caranguejos e a carta para Müller, como foi apresentado.

Esta análise como a de Pauly, trouxe a carta de 1856, anterior à publicação de **A Origem**, enviada para Huxley. Porém, apresentará a seguir as cartas trocadas no período anterior ao da modificação (1859 a 1865) da quarta edição (1866). E ainda a carta de 1868,

¹²Thomas Henry Huxley (1825- 1895), naturalista inglês.

¹³Charles Lyell (1797-1875), advogado e geologista escocês.

¹⁴George Henry Lewes (1817-1878), editor da *Fortnightly Review* entre 1865-66. Publicou sobre fisiologia e sistema nervoso nas décadas de 1860 e 1870.

enviada para Lewes, posterior à publicação da quarta edição (1866), para compreender o processo da reflexão expresso por Darwin, embora não publicado.

3.5.1 Carta 2020 de 13 de dezembro de 1856 dirigida a Thomas Henry Huxley (1825-1895)

As cartas entre 1856-1857, que estão apresentadas no volume VI da versão impressa da **Correspondências de Darwin**, nos dão um panorama acerca das explicações existentes sobre a origem das espécies na segunda metade do século XIX. É época em que pela primeira vez Darwin trocou correspondência com Alfred Russel Wallace¹⁵. Foi nessa época também que Huxley veio a se tornar seu interlocutor para anatomia comparada e embriologia, do mesmo modo que Joseph Dalton Hooker (1817-1911), outro naturalista inglês, para os temas de Botânica.

No início da carta, Darwin discorreu sobre outros animais como Crustacea e Conchoderma. No penúltimo parágrafo, referiu-se aos órgãos elétricos dos peixes num contexto em que não é possível mostrar a transição de um órgão qualquer dos peixes para os órgãos elétricos:

[...] casos de órgãos nos quais aparentemente não há passagem ou transição a partir de outros órgãos: ou melhor ainda, se tal transição pode ser mostrada de maneira inesperada¹⁶. Por exemplo, órgãos elétricos em Peixe, parecem ser realmente novos órgãos e não qualquer outro [órgão] modificado. Alguns pensam que as glândulas de veneno das Cobras não sejam glândulas salivares modificadas. Eu exijo passagens, mas, sempre apresento todos os fatos que consiga coletar, hostis às minhas noções. (DARWIN, 1856, p.2)

Dois anos mais tarde, coerentemente com o conteúdo desta carta, em 1859, na primeira edição do livro **Sobre a Origem**, Darwin colocou os órgãos elétricos dos peixes como uma das dificuldades para sua teoria da seleção natural, baseado em três argumentos.

Primeiro, os órgãos elétricos assemelham-se a músculos comuns, e o órgão análogo aos órgãos elétricos, presente nas raias, não descarrega nenhuma eletricidade.

[...] Os órgãos elétricos dos peixes oferecem outro exemplo de dificuldade especial; é impossível conceber por quais etapas estes órgãos maravilhosos

¹⁵Alfred Russel Wallace (1823-1913), naturalista britânico. Seu artigo sobre o papel da seleção natural foi lido juntamente com o de Darwin na Sociedade Lineana de Londres em 01 de julho de 1858.

¹⁶NR (eds): Charles Darwin estaria coletando tais casos para o capítulo 8 de seu livro das espécies, “Dificuldades na teoria da seleção natural em relação à passagem de forma para forma” (Seleção Natural, pp. 339-86). Charles Darwin mencionou um caso fornecido por Huxley (ibid., p. 357 e n. 1).

foram sendo produzidos; mas, como Owen e outros tinham assinalado, sua estrutura íntima assemelha-se muito de perto com a dos músculos comuns; e recentemente foi mostrado que Raias apresentam um órgão análogo ao aparelho elétrico e, como argumentou Mateucci eles não descarregam nenhuma eletricidade, nós mesmos somos muito ignorantes e estamos muito longe de apresentar argumentos de que algum tipo de transição tenha sido possível [...] (DARWIN, 1859, p. 192)

Logo, não existiriam argumentos para defender que tenham existido formas de transição dos órgãos musculares para órgãos musculares modificados com natureza elétrica.

Segundo argumento, se os órgãos elétricos tivessem sido herdados de um ancestral comum, os peixes deveriam ser aparentados entre si. No entanto, os órgãos elétricos são encontrados apenas em meia dúzia de tipos de peixes que não são aparentados entre si.

[...] Os órgãos elétricos oferecem outra e ainda mais séria dificuldade, eles ocorrem em somente uma dúzia de peixes, nos quais as afinidades são amplamente remotas. Geralmente quando um mesmo órgão aparece em vários membros de uma mesma classe, especialmente se os membros apresentam hábitos de vida muito diferentes, nós podemos atribuir a sua presença à herança a partir de um ancestral comum; e sua ausência em alguns dos membros à sua perda através do desuso ou seleção natural. Mas se os órgãos elétricos tivessem sido herdados de um ancestral antigo, nós poderíamos esperar que todos os peixes elétricos fossem especialmente relacionados uns com os outros [...] (DARWIN, 1859, p. 192)

Terceiro argumento, a Geologia não oferecia evidências de que os outros peixes teriam tido órgãos elétricos que desapareceram ou pelo desuso ou pela seleção natural.

[...] A Geologia não nos leva a crer que a maioria dos peixes antigamente possuísssem órgãos elétricos que tenham sido perdidos por seus descendentes modificados. (DARWIN, 1859, pg. 193)

Apesar de Darwin ter citado apenas o trabalho de Mateucci, vimos que Étienne Geoffroy Saint Hilaire já havia apontado a analogia dos órgãos elétricos do torpedo, do gimnoto e do bagre do Nilo, ao aparelho elétrico, cerca de quarenta anos antes.

Saint-Hilaire primeiramente assinalou as diferenças morfológicas através do estudo anatômico interno dos três peixes e, coerentemente com sua procura de uma estrutura única para os seres vivos, encontrou analogia a nível histológico dos órgãos entre si e estabeleceu analogia destes com o aparelho de Leyden; no entanto, sem mencionar se realizou estudos eletrofisiológicos.

3.5.2 Carta 2578 de 10 de dezembro de 1859 de Henry Holland¹⁷ para Darwin:

Holland teceu comentários ao livro **Sobre a Origem**. Descreveu as dificuldades que encontrou na teoria. Considerou que Darwin deveria definir seleção natural de forma mais precisa, pois, em diferentes passagens do livro, ela poderia ser interpretada de diferentes formas: como uma necessidade, como um acidente, como um instinto ou como uma volição intelectual.

Ele também mencionou casos em que o princípio da seleção natural seria causa suficiente para explicar a existência de certas estruturas. Quanto aos órgãos elétricos dos peixes, escreveu: “Quando aplicado ao critério da p. 189, eu falei também dos animais elétricos, como um caso para o qual eu não posso semelhantemente ver nenhuma solução.” (HOLLAND, 1859, p. 4).

Esta pesquisa verificou qual seria o critério da p. 189¹⁸, ao qual Holland se referiu e confirmou o conteúdo da nota de rodapé feita pelos editores nesta mesma carta:

Se pudesse ser demonstrado que qualquer órgão complexo existente, os quais não poderiam ter sido possível terem se originado por modificações numerosas, sucessivas e graduais, minha teoria poderia ser absolutamente derrubada. Mas eu não posso descobrir nenhum caso. (DARWIN, 1859, p. 189).

Isto permite compreender porque, para Holland, a seleção natural nessa interpretação, dentre as possíveis por ele apontadas, não seria causa suficiente para explicar a origem dos órgãos elétricos dos peixes.

3.5.3 Carta 2925 de 23 de setembro de 1860 dirigida a Charles Lyell (1797-1875)

No início da carta, Darwin discorre sobre outros temas até que pede a Lyell que leia o que ele escreveu acerca dos órgãos elétricos em **Sobre a Origem**, e que aplique o mesmo argumento para as estruturas dos mamíferos:

Por favor, leia a p. 193 começando em “Os órgãos elétricos” e confie em mim que a frase “em todos os casos em que duas espécies bem distintas etc

¹⁷ Henry Holland (1788-1873), inglês, médico da Rainha Victoria, tornou-se membro da Royal Society em 1816. NR (Eds.) Sua obra *Chapters on Mental Physiology* (Capítulos de Fisiologia Mental), em sua segunda edição, de 1858, foi encontrada na biblioteca de Charles Darwin que afirmou ter lido a obra em junho de 1852.

¹⁸ Capítulo VI. Órgãos de extrema perfeição. **Sobre a origem das espécies**, 1859, p. 189.

etc” não foi colocado precipitadamente; eu fui cuidadoso em cada caso¹⁹ – Aplique este argumento para toda estrutura, interna e externa, de mamíferos e você verá porque eu penso tão fortemente que todos descendem de um ancestral – acabo de reler sua carta e não estou certo de que entendí o seu ponto [de vista].(DARWIN, 1860, p. 2)

A seguir, Darwin incluiu dois diagramas mostrando o modo pelo qual ele “conjectura” (DARWIN, 1860, p. 2) que os mamíferos se desenvolveram.

3.4.4 Carta 2986 de 16 de novembro de 1860 dirigida à Thomas Henry Huxley

No início, Darwin discorreu sobre outros temas, dentro os quais, o estado de saúde da filha, para então entrar no tema de nosso interesse:

Eu recebi hoje uma carta²⁰ de R. M. Donnell²¹ (1828-1889) de Dublin [...] em relação à passagem sobre os peixes Elétricos no meu livro ele afirma que tem dissecado Raias e acredita ter encontrado os homólogos de ambos, dos órgãos elétricos anteriores e posteriores dos órgãos elétricos dos peixes: o que, se for verdade, pareceu-me um fato interessante²². (DARWIN, 1860)

3.5.6 Carta 2996 de 24 de novembro de 1860 dirigida a Charles Lyell

Darwin pareceu ter se decidido a escrever acerca dos órgãos elétricos depois de terminada a carta, já que o trecho a seguir aparece no P.S (*post-scriptum*).

Eu preciso lhe contar sobre um pequeno fato que me agradou. Você deve se lembrar que eu apresentei os órgãos elétricos dos peixes como uma das grandes dificuldades que tinha me ocorrido, e Owen percebeu a passagem com um espírito singularmente malicioso²³. Bem, MacDonnell, de Dublin (homem de primeira) escreveu-me que sentiu a dificuldade de todo o caso como sendo esmagadora para mim. Não somente os peixes que apresentam órgãos elétricos estão muito remotamente na escala; mas, o órgão está perto da cabeça em alguns [peixes] e perto da cauda em outros [peixes] e supridos por nervos inteiramente diferentes. – Por isto parece impossível que eles ocorram por algum tipo de transição. Algum amigo mais oponente a mim parece ter cantado para McDonnell, o qual relatou que ele teria dito para si

¹⁹ A frase a que Darwin se refere é: “Em todos estes casos de duas espécies muito diferentes aparentemente equipadas com o mesmo órgão anômalo, pode-se observar que embora o aspecto geral e a função do órgão possam ser os mesmos, no entanto, ainda pode ser encontrada uma diferença fundamental”.

²⁰ Publicada no **Dictionary of National Biography** (1885-1900), volume 35. “History of the Royal College of Surgeons in Ireland by Sir Charles Cameron”, Dublin, 1886, p. 429-432; *Lancet*, 1889, i. 965; **British Medical Journal**, 1889, i.1092.]. Disponível em [http://en.wikisource.org/wiki/McDonnell,_Robert_\(DNB00\)](http://en.wikisource.org/wiki/McDonnell,_Robert_(DNB00)). Acessado em 28/04/2013.

²¹ NR (eds). Segundo os editores em nota de rodapé, esta carta nunca foi encontrada.

²² No livro **Sobre a origem**, p. 192, Charles Darwin referiu-se à origem dos órgãos elétricos como uma “dificuldade especial”. As raias, ele constata, possuem órgãos análogos ao aparelho elétrico só que não descarregam eletricidade.

²³ A revisão “anônima” do **Sobre a origem** de Samuel Wilberforce (1805-1873), bispo da Igreja da Inglaterra, foi feita a partir das objeções de Richard Owen sobre as ideias de Darwin: “nós não vemos solução possível para a teoria Darwiniana para a presença ao mesmo tempo tão marcada e tão excepcional desses órgãos.”

mesmo que se Darwin estivesse correto eles deveriam ser ambos órgãos homólogos, os perto da cabeça dos perto da cauda, de outros peixes não elétricos. Ele começou a trabalhar e por Jeová ele os encontrou. Assim que as dificuldades foram removidas, e não sendo satisfatória a minha noção hipotética shd levaram à importante descoberta. Mc. Donnell parece ser muito cuidadoso; ele afirma que anos deverão se passar antes que ele se aventure a chamar a si próprio de um crente da minha doutrina; mas, quanto aos assuntos que ele conhece bem como morfologia e embriologia, os meus pontos de vista estão bem de acordo e lançam luz sobre todo o assunto. (DARWIN, 1860, p.3).

3.5.6 Carta 3005 de 03 de dezembro de 1860 dirigida a Jeffries Wyman (1814-1874), anatomista norte-americano:

Nesta carta Darwin cita os comentários de MacDonnell acerca da comparação que fez entre os órgãos elétricos dos peixes e as raiaes comuns:

O Sr. MacDonnell me escreveu sobre [o tema das]²⁴ transições, que ele tem feito algumas descobertas curiosas a respeito dos órgãos elétricos das Raiaes tornando o caso dos órgãos Elétricos, já muito difíceis para mim, ainda mais desagradável; mas, como eu o entendo, seus novos fatos ajudam consideravelmente nos meus pontos de vista. (DARWIN, 1860)

3.5.7 Carta 3041 de 03 de janeiro de 1861 dirigida para Thomas Henry Huxley

Darwin congratulou Huxley pelo trabalho na nova publicação chamada **Revisão em História Natural** e pelo artigo sobre o cérebro, no qual considerou que Huxley “esmaga” Richard Owen. Afirmou ter apreciado o artigo de Lubbock’s e a seguir apareceu a frase: “MacDonnell, é claro, me agradou grandemente” (DARWIN, 1861, p. 2).

Na nota de rodapé dos editores das correspondências está escrito que

o artigo de MacDonnell anunciou a descoberta de órgãos elétricos em raiaes. MacDonnell disse que ele se debruçou sobre a pesquisa destes órgãos considerando as observações do Sobre a origem sobre a unidade de tipo resultante da comunidade de descendentes (M’Donnell 1861, p.58). Considerando que na teoria do Sr. Darwin é muito pouco provável que os órgãos elétricos do torpedo fossem totalmente ausentes nas raiaes, eu empreendi uma pesquisa cuidadosa, com o propósito de encontrar suas homologias... Eu fui levado, portanto, a provar quais seriam os verdadeiros homólogos dos maravilhosos órgãos do torpedo que Charles Darwin tinha aprendido do trabalho de MacDonnell antes da publicação (ver Correspondência, vol. 8, cartas para T.H. Huxley, 16 de novembro [1860] e 22 de novembro [1860]. Nesta cópia deste artigo da Revisão em História Natural, Charles Darwin anotou: ‘MacDonnell sobre órgãos elétricos – “gradação, bom”’. (BURCKHARDT[sem ano])

²⁴NR (eds). A carta de MacDonnell não foi encontrada. Veja a carta endereçada a T. H. Huxley em 16 de novembro de 1860.

3.5.8 Carta 3056 de 03 de fevereiro de 1861 dirigida à Jeffries Wyman:

Darwin perguntou, pela segunda vez, a Wyman se ele havia lido o artigo de MacDonnell (ver acima a carta de 03 de dezembro de 1860):

A respeito dos órgãos elétricos, você viu o artigo do MacDonnell no nova Revisão em História Natural? A descoberta (se provada) destes órgãos na cabeça de raias parece muito interessante. (DARWIN, 1861, p.1)

Darwin teria insistido porque para ele parecia muito interessante o fato de MacDonnell ter encontrado órgãos não elétricos homólogos aos órgãos elétricos nos diferentes peixes. Interessante, provavelmente, porque existindo os verdadeiros homólogos não elétricos, o fato poderia reforçar o seu argumento de que os órgãos elétricos fossem análogos entre si, ou seja, que tivessem origens diferentes em cada tipo de peixe elétrico.

Esta pesquisa não encontrou mudanças no texto do capítulo VI de **Sobre a Origem** acerca dos órgãos elétricos nas edições de 1860 e 1861, em relação a de 1859, época em que Darwin tentou obter essa interlocução.

3.5.9 Carta 3715 de 06 de setembro de 1862 de Claparède, J. L. R. A (1832-1871)²⁵ para Darwin

Traduzindo seu trabalho, ela teve a ideia de introduzir correções criadas por ela mesma, correções que poderiam surpreendê-lo estranha e desagradavelmente. Contudo, eu conseguí dissuadi-la de fazê-lo mostrando-lhe que <> seria desrespeitoso com você. [A] natureza destas correções era verdadeiramente interessante em mostrar como os métodos de uma mente como a da Senhorita Royer estão opostos ao progresso das ciências naturais. (CLAPARÈDE, 1862)

Vamos apenas ao segundo exemplo citado por Claparède, já que ele é quem interessa à esta pesquisa:

O segundo exemplo é da mesma natureza. A Senhorita Royer em sua tradução tinha realizado nada mais do que rastrear a descendência de todos os peixes elétricos a partir de um ancestral comum com um órgão elétrico. Dado que ela não tem mais conhecimento de zoologia do que de anatomia comparada, eu tive muita dificuldade em levá-la a compreender que você tinha suas razões para não expressar uma ideia tão simples como esta. Eu conseguí convencê-la mais ou menos com a descrição dos órgãos elétricos

²⁵ Jean Louis René Antoine Édouard Claparède, naturalista suíço, professor de zoologia e de anatomia comparada, membro da Academia de Genebra em 1862 e adepto da teoria de Darwin.

dos torpedo, do gimnoto, do malapterurus, do mormyrus e dos nervos que atravessam tais órgãos, embora sejam histologicamente idênticos, são, contudo, certamente não homólogos morfológicamente. (CLAPARÈDE, 1862)

Claparède não escondeu de Darwin a sua preocupação, nem o seu descontentamento com o trabalho da tradutora e editora da primeira edição em francês, Clémence Auguste Royer (1830-1902), que traduziu a obra **Sobre a Origem**, publicada em 31 de maio de 1862: “Eu gostaria de ter um tradutor melhor versado em ciências naturais e menos desejoso de trazer sua própria personalidade ao foro.” (CLAPARÈDE, 1862). Claparède escreveu que teve que dissuadir a tradutora de redigir a ideia de um ancestral comum aos peixes elétricos que poderia sugerir aos leitores a homologia entre os órgãos elétricos dos diferentes tipos de peixe. O que Darwin defendia era exatamente o contrário, ou seja, uma analogia entre as citadas estruturas.

Claparède pareceu saber que existia uma semelhança do ponto de vista histológico como apresentado por Saint Hilaire, mas esta informação aparentemente não chamou a atenção de Darwin.

3.5.10 Carta 3847 de 06 de dezembro de 1862 de John Scott (1836-1880)²⁶ para Darwin:

Logo após ter escrito que tinha a intenção de ler, em breve, um artigo sobre a irritabilidade em *Drosera*, Scott escreveu acerca do fenômeno dos peixes perguntando a Darwin se o aparecimento isolado e em espécies diferentes do fenômeno da irritabilidade de plantas poderia ser explicado da mesma maneira:

A propósito, eu posso dizer que tenho a intenção de ler um breve artigo, sobre a irritabilidade e c. De *Drosera*²⁷ para a Sociedade na quinta-feira. Eu estou muito mais intrigado com a aparência caprichosa deste fenômeno em partes tão diferentes do Reino Vegetal. Tão longe quanto eu me lembre da minha leitura apressada de sua “Origem”, você não se refere a este ponto. Permita-me perguntar-lhe, se você explica seus aparecimentos isolados, da mesma maneira que o fenômeno elétrico dos peixes? Dos quais eu tomei nota. (SCOTT, 1862)

Desse modo, esta pesquisa mostrou que havia também entre outros naturalistas, a intrigante questão acerca do aparecimento de fenômenos aparentemente da mesma natureza

²⁶ Botânico escocês, era chefe de departamento no Jardim Botânico de Edimburgo desde 1859. Veio a realizar muitos experimentos e observações em nome de Charles Darwin.

²⁷ NR (eds) Scott leu o artigo “On the propagation and irritability of *Drosera* and *Dionaea*” (Sobre a propagação e a irritabilidade de *Drosera* e *Dioneae*) na Sociedade Botânica de Edimburgo em 11 de dezembro de 1862.

em espécies diferentes e que não podiam ser explicados apenas pelo desuso a partir da herança de um ancestral comum.

3.5.11 Carta 4881 de 10 de agosto de 1865 dirigida a Johann Friedrich Theodor Müller (1821-1897)²⁸:

Um dos pontos que muito me impressionou em seu artigo é a diferença entre o aparelho respiratório de formas diferentes. Este assunto pareceu-me ser muito importante quando eu antigamente considerei o aparelho dos peixes. (DARWIN, 1865).

A nota de rodapé dos editores afirma que Müller comparou a estrutura do aparelho respiratório de espécies não aquáticas de duas famílias de caranguejos (*Brachyura*): caranguejos da costa (Grapsoidae, hoje Grapsidae), e caranguejo de areia e *Uca* (Ocypoda, hoje Ocypodidae).

Ele observou que a estrutura e a posição dos aparelhos eram diferentes em muitos aspectos em cada família, e argumentou que tais diferenças poderiam ser explicadas somente assumindo-se que cada família teria se adaptado independentemente a um tipo de aparelho respiratório.

Continuando a nota de rodapé, os editores afirmam que Darwin escreveu em **Sobre a Origem**, às páginas 193 e 194, que os órgãos elétricos dos peixes de espécies amplamente diferentes, pareciam difíceis de explicar no âmbito de sua teoria, mas que poderia ser explicado como características análogas, isto é, estruturas com funções similares que se desenvolveram independentemente em resposta a hábitos similares. E ainda afirmam que Darwin teria acrescentado as observações de Müller sobre estas famílias de caranguejo em sua quarta edição. Isto foi confirmado por esta pesquisa que ainda contribuiu com as informações que se seguem.

Darwin acrescentou informações que não foram encontradas nas cartas, como os argumentos sobre a analogia dos órgãos elétricos com os músculos comuns, descritas por Owen: “em sua maneira de ação, na influência neles do poder dos nervos e de outros estimulantes como estricnina, e como alguns acreditam em sua estrutura íntima”.

²⁸ Relembrando que foi um zoólogo alemão versado em embriologia e ecologia de invertebrados especificamente em mimetismo. Viveu em Desterro perto da comunidade alemã de Blumenau, em Santa Catarina onde lecionou matemática. Tornou-se Naturalista Viajante no período de 1876 a 1891 no Museu Nacional do Rio de Janeiro. Em 1864, Müller publicou a obra *Für Darwin*, contemporâneo com quem manteve intensa correspondência tendo defendido o princípio da teoria da seleção natural à época.

3.5.12 Carta 6308 de 07 de agosto de 1868 dirigida a George Henry Lewes (1817-1878)

[...] p.76. Eu confio que sempre tive em minha mente uma visão próxima da mesma ideia, como você, a respeito dos órgãos luminosos dos insetos ou dos órgãos elétricos dos peixes; mas, se você mantém que estes órgãos são diretamente o resultado das condições de vida, ou do meio independentemente da seleção natural eu não posso segui-lo. Na minha opinião sempre haverá confusão, em todas as discussões, sobre quanto se deve a ação das condições de vida externa e interna, na variabilidade ou modificação, que são confundidas e misturadas com seleção natural ou artificial, _ Na formação, por exemplo, da raça de pombos papa-vento, as condições causam as sucessivas variações, mas, o ser humano faz a raça por seleção; e esta distinção igualmente se mantém na natureza, embora aqui as condições em seu lugar??? Da vontade do homem determinam o tipo de seleção. (DARWIN, 1868, p. 2)

Para Darwin as condições do organismo, sejam internas ou sejam externas, seriam as responsáveis pelo aparecimento das variações. Seria sobre as variações existentes que as condições de vida [seleção natural] agiriam de maneira semelhante ao ser humano quando este seleciona as variações que lhe interessam. Por fim, Darwin disse que fazia uma “violenta suposição”, a de que os órgãos elétricos dos peixes poderiam ter se originado a partir de um órgão elétrico com descarga elétrica mais fraca [fato ainda desconhecido] nos peixes ancestrais e nos quais ela estivesse relacionada a uma função diferente:

Mutatis mutandi Eu aplico a mesma doutrina aos órgãos elétricos dos peixes; mas, aqui eu faço uma violenta suposição que algum peixe ancestral era levemente elétrico não tendo nenhum órgão especializado para este propósito. Foi afirmado sem evidência confiável que certos répteis são elétricos. É, contudo, possível que os órgãos chamados elétricos, enquanto em condição não muito desenvolvida poderiam ajudar em alguma função diferente; pelo menos, eu acho que Mateucci não detectou uma eletricidade pura em certos peixes providos com apropriados órgãos. (DARWIN, 1868, p.4)

Pode-se pensar que Darwin admitiu que a seleção natural se encarregaria de manter as formas mais adaptadas para a nova função, no caso, a captura de presas e defesa nos diferentes peixes que vivessem em ambientes similares.

3.6 A explicação atual para a origem dos peixes elétricos

A permanência do princípio da seleção natural de Darwin na Teoria Sintética da Evolução Biológica, que é usualmente apresentada nos livros didáticos e salas de aula, remete

a um último passo desta pesquisa que é a de introduzir a explicação para a origem dos órgãos elétricos em peixes de diferentes grupos à luz de conhecimentos mais recentes.

Portanto, ficou bem estabelecido por Lissmann em 1958, quase 100 anos mais tarde, que descargas mais fracas de eletricidade eram importantes para os peixes na localização de presas em águas turvas, bem como para a comunicação entre eles.

Lissmann (1958) notou a importância do seu trabalho como solução para a dificuldade de Darwin: os órgãos elétricos que disparam grandes descargas poderiam ter se originado a partir destas estruturas por seleção natural:

As teorias funcionais e evolutivas sobre os órgãos elétricos dos peixes foram aparentemente inadequadas durante um longo tempo. Os peixes são a única classe em todo o Reino Animal conhecida por apresentar órgãos elétricos. Este fato parece digno de nota porque (a) o material a partir do qual estes órgãos são derivados, o tecido muscular, está geralmente presente em outros grupos de animais; (b) estes órgãos devem ter evoluído várias vezes de forma independente. Esta última conclusão é baseada primeiro sobre a ocorrência de órgãos elétricos em famílias amplamente independentes, e em segundo lugar no fato de que os órgãos elétricos são desenvolvidos a partir de diferentes partes do corpo. (LISSMANN, 1958)

Embora seja freqüentemente afirmado que os órgãos elétricos sejam adaptações notáveis, por exemplo, em ter os elementos elétricos adequadamente dispostos em paralelo ou em série para estar de acordo com a condutividade da água fresca ou mar, muito pouco se sabia até recentemente sobre o significado biológico destes órgãos, com exceção de uma subjetiva ação de defesa e um papel ofensivo. Esta é provavelmente a principal razão pela qual o problema de sua história evolutiva, claramente afirmado por Darwin (1872), ainda aguarda uma resposta satisfatória. (LISSMANN, 1957, p. 156)

A explicação mais simples para a evolução de órgãos elétricos com descargas mais fortes, parece começar a partir de tais potenciais de ação muscular com descargas elétricas mais fracas de órgãos usados para orientação, para os poderosos órgãos elétricos ofensivos e defensivos. (LISSMANN, 1957, p. 188)

Atualmente, sabe-se através de trabalhos revisados de biologia molecular (GALLANT, HOPKINS E DEITCHER, 2011) que os órgãos elétricos dos peixes tiveram 6 origens independentes, nos torpediniformes, nos mormoriformes, nos gimnotiformes, nos siluriformes, nos rajiformes e nos apteronotidae.

A relevância desse tema para o ensino é evidenciada quando esses autores mais recentes ainda relacionam o próprio trabalho com a obra de Darwin:

Darwin [Darwin 1859] considerou a forte descarga elétrica dos peixes como uma dificuldade especial para sua teoria da seleção natural, ao constatar sobre os órgãos elétricos (OEs) que era ‘impossível conceber por quais passos estes órgãos maravilhosos foram sendo produzidos’. Perto de 100 anos iriam se passar até que Lissmann gravou a primeira descarga ‘fracamente elétrica’ de *Gymnarchus niloticus* e constatou sua importância como solução para a dificuldade de Darwin (Lissmann, 1951). Nós sabemos agora que as fortes descargas elétricas das enguias evoluíram a partir de descargas fracas e que estes órgãos elétricos evoluíram originalmente com a função de eletrolocalização (Lissmann e Machin, 1958) e eletrocomunicação (Mörhes, 1957 e Lissmann, 1958). (GALLANT, HOPKINS, DIETCHER, 2011, p. 2479)

Compreende-se atualmente que o fenômeno seja resultado de uma convergência. Na convergência adaptativa, ou evolução convergente, organismos [órgãos] diferentes submetidos às mesmas condições ambientais há muito tempo, podem vir a se parecer em relação a uma determinada característica.

Do ponto de vista filogenético, trata-se de uma homoplasia (RIDLEY, 2013, p. 454), ou seja, da presença de características atuais semelhantes em diferentes espécies e que foram adquiridas independentemente, através da evolução biológica, não representando proximidade genética.

Considerações finais

O torpedo era um tipo de raia conhecido por causar dor e entorpecimento nas suas presas e nos pescadores; sendo utilizado como tratamento médico desde a Antiguidade. O fenômeno foi considerado fabuloso até que os estudiosos do século XVII tomou-o como objeto de estudo. Os sábios do século XVII realizaram descrições de sua morfologia externa e interna e estabeleceram a relação entre o fenômeno e os músculos em forma de foice.

Sobre o funcionamento desse peixe, nessa mesma época, surgiram as hipóteses corpuscularista (o músculo em forma de foice emitiria corpúsculos que penetrariam na pele das presas e das mãos das pessoas causando o fenômeno da dor e entorpecimento) e as hipóteses mecânicas, devido à semelhança entre o fenômeno e o que se sente ao bater com o cotovelo numa superfície dura. A hipótese mecânica de Réaumur predominou por toda a Europa por quase 50 anos, até a metade do século XVIII.

O conhecimento de outros peixes que causavam comoção e que foram observados pelos naturalistas viajantes, e o paralelo desenvolvimento dos estudos sobre a eletricidade, vieram a favorecer a comparação do fenômeno com as características da eletricidade conhecidas à época.

No final do século XVIII, os músculos em forma de foice passaram a ser considerados órgãos elétricos. Estes órgãos, capazes de causar o choque elétrico, estavam presentes em peixes muito diferentes que eram classificados em diferentes grupos taxonômicos.

No final do século XVIII e início do século XIX, entre os naturalistas já existiam ideias acerca da transformação das espécies, ou pelo menos das variedades domésticas.

As dificuldades dos sábios que defendiam a transformação das espécies à época teriam sido: a-) distinguir espécie de variedade; b-) entender a gradação de formas presente em certos grupos; c-) fazer a analogia das observações da natureza com as produções domésticas; d-) a ausência de registros geológicos sobre o gradual surgimento das espécies; e-) a ausência de evidência direta da transformação das espécies devido à necessária escala de tempo.

Segundo Darwin, em sua *Resenha Histórica* da edição de 1861, Lamarck teria apresentado as melhores explicações sobre as causas e os meios dessa transformação. Porém, as ideias de Lamarck foram pouco difundidas e discutidas naquela época. Dentre os autores estudados no capítulo 2, a pesquisa encontrou explicações para a origem de órgãos elétricos em diferentes tipos de peixes apenas no livro **Sobre a origem**.

Darwin defendeu as suas ideias sobre a modificação das espécies, o princípio da seleção natural numa artigo que foi apresentado ao mesmo tempo que o artigo de Alfred

Russel Wallace para a *Linnean Society*(Sociedade Lineana) de Londres, em julho de 1858. O seu livro **Sobre a origem** veio a ser publicado em 1859.

No livro, o autor dedicou um capítulo apenas à apresentação das dificuldades de sua teoria. Entre elas, a dificuldade especial em explicar a origem dos órgãos elétricos dos peixes.

Na quarta edição, de 1861, Darwin introduziu as suas maiores alterações no capítulo VI de sua obra *Sobre a Origem*, a respeito dos peixes elétricos e na seguinte ordem:

a-) reforçou a ideia da semelhança por analogia entre os peixes elétricos ao apresentar novas justificativas trazidas de outros pesquisadores tanto nesta edição quanto na última, de 1872.

b-) manteve o fato de não haver indícios de que os peixes teriam tido um ancestral comum a partir do qual os músculos comuns pudessem ter gradualmente se transformado nos órgãos elétricos.

c-) apresentou o trabalho de Müller com os dois tipos diferentes de caranguejos pertencentes inclusive a diferentes famílias e que apresentavam muita semelhança em suas características anatômicas exceto nos aparatos respiradores. Elas teriam surgido devido a natureza dos diferentes organismos submetidos às mesmas condições ambientais. Ele a apresentou com uma analogia; o mesmo poderia ter ocorrido com os órgãos dos peixes elétricos.

d-) Na última edição revisada, de 1876, 17 anos mais tarde, ele explicitou as causas da variação: a natureza do organismo e as condições [ambientais] que o cercam.

Na carta endereçada a Lewes (de 1868), Darwin admitiu ainda fazer uma “violenta suposição”, a de que os órgãos elétricos dos peixes poderiam ter se originado a partir de um órgão elétrico com descarga elétrica mais fraca [fato ainda desconhecido] nos peixes ancestrais e nos quais ela estivesse relacionada a uma função diferente.

Darwin focou nos estudos acerca das causas e dos meios da transformação das espécies, como sugerem outros historiadores. Foi visto nesta pesquisa que ele se dedicou a colher novos dados para o tema que considerou uma dificuldade “especial” ainda pelos 17 anos seguintes da primeira edição do **Sobre a Origem**.

Manteve uma unidade metodológica em seu trabalho, sempre em consonância com os naturalistas com quem mantinha relações científicas, seguindo uma lógica analítica constante que implicava na reunião de argumentos para defender a ideia da transformação das espécies por meio da descendência com modificação.

Darwin optou por manter os órgãos elétricos como uma dificuldade especial mesmo depois das alterações feitas na quarta edição, apesar de sua “violenta suposição” de que os músculos comuns teriam lenta e gradualmente se transformado em órgãos elétricos. Darwin pareceu mesmo acreditar que as formas de transição apenas ainda eram desconhecidas, como veio a ser constatado quase 100 anos mais tarde.

Os seus argumentos mais fortes para tratar, até a última edição, os peixes elétricos como uma dificuldade especial para sua teoria, teriam sido os seguintes:

a-) a ausência de formas de transição em qualquer uma das espécies conhecidas de peixes elétricos que permitiriam elucidar o modo pelo qual os músculos comuns teriam se transformado em órgãos elétricos.

b-) a ausência de registros geológicos [paleontológicos] que pudessem mostrar que teriam existido órgãos elétricos nos seus ancestrais. E que tais órgãos pudessem ter desaparecido pelo desuso ou pela seleção natural nos peixes elétricos conhecidos.

PARTE II – PESQUISA EMPÍRICA

4 Fundamentação teórica

O papel da teoria é muitas vezes limitado. Para alguns aspectos do fenômeno educativo, a explicação das relações envolvidas pode não ser suficientemente desenvolvida ou abrangente, e sua incompletude pode, inclusive, servir de guia ou fornecer elementos para reflexão. Não há teoria que, por sua própria natureza, fins e prioridades, seja elaborada e resista às mudanças sociais, filosóficas e psicológicas. (MIZUKAMI, 1986, p. 106)

As seções a seguir constituem os parâmetros que guiaram a elaboração, validação, aplicação e análise da sequência didática tomada como objeto da pesquisa empírica aqui realizada. O capítulo busca harmonia, sustentação e articulação entre as contribuições da história da ciência para a educação científica, das práticas da pesquisa-ação que subsidiam o trabalho desta professora-pesquisadora e da construção de sequências didáticas como ferramentas de pesquisa sobre a educação científica.

4.1 A História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências

A História da Ciência no ensino de Ciências tem sido defendida desde o século XIX. Em 1855, Edgar Jenkins lembra que a *British Association for the Advancement of Science* (BAAS) recomendava que o ensino de ciências para jovens, incluísse os métodos e, acima de tudo, a história da ciência, e não apenas os seus resultados. Em 1918, a BAAS retomou o tema, sugerindo que as aulas sobre História da Ciência e biografias científicas destacasse os aspectos humanos da ciência. Michael Matthews notou que, nesse mesmo ano, o documento curricular inglês, intitulado *Natural science in education* (conhecido como Thomson Report), propunha que tanto a história quanto a filosofia da ciência fizessem parte da formação de todo professor de ciências da escola básica (PRESTES e CALDEIRA, 2009, p. 5-6).

Na segunda metade do século XX, ocorreu grande aumento de interesse sobre essa temática (DUSCHL, 1985). Mais recentemente, em 1989, com o *First International Conference on History, Philosophy and Sociology of Science and Mathematics* realizada na Universidade da Flórida e com o aparecimento do periódico **Science & Education** (hoje muito importante para a área) houve um impulso significativo para as pesquisas nesta área (MATTHEWS, 1990, 1994, 2012). O crescimento dos trabalhos sobre a história e a filosofia da ciência na educação, parece apontar, até mesmo para a criação de uma área nova, que não é

mais apenas a interface da história da ciência com o ensino de ciências, mas uma nova disciplina independente (PRESTES e CALDEIRA, 2009, p. 3; MARTINS, R., 2012, p. 411).

Um estudo cientométrico recente mostrou que tópicos de Natureza da Ciência (*Nature of Science or NOS*) e Questões Sócio-científicas (*Socio-scientific Issues*) foram os que ganharam maior atenção nas pesquisas realizadas entre os anos de 1990 e 2007. Esse dado foi obtido por Chang, Chang e Tseng (2010), que analisaram artigos da área publicados em quatro importantes revistas (*International Journal of Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, *Research in Science Education* e *Science Education*). Revelaram também que os tópicos relacionados à mudança conceitual (*Conceptual Change*) e ao Mapeamento Conceitual (*Concept Mapping*) eram os mais estudados no início do período analisado, tendo entrado em declínio na década de 2000.

Além disso, esses autores identificaram que os países de língua inglesa (Estados Unidos, Inglaterra, Austrália e Canadá) foram aqueles que forneceram maior quantidade de contribuições sobre a pesquisa em ensino de ciências, embora tenha ocorrido aumento de trabalhos na área em outros países, destacando-se Israel, República da China, Espanha, Holanda e Turquia.

No Brasil, desde a década de 1950, cresceu o âmbito da pesquisa em ensino de ciências. A inclusão da História da Ciência no currículo de ciências também vem sendo discutida em um número crescente de publicações no Brasil (MARTINS, R., 1990 e 2006; BIZZO, 1992; MARTINS, L., 1998 e 2005). Após os anos 1980, demandas da comunidade acadêmica foram concentradas em três aspectos: conteúdos a serem ensinados, estratégias de ensino e competências profissionais (VILLANI, PACCA E FREITAS, 2009, p. 135). Quanto aos conteúdos, destacou-se, no período, a demanda por “conhecimento científico cultural, cuja fonte mais significativa é a História e Filosofia da Ciência” (2009, p. 136). Na década de 1990, exemplos da História da Ciência foram utilizados para guiar estratégias de ensino por mudança conceitual devido a conflito cognitivo, com base na noção de paralelismo entre a história da ciência e as concepções alternativas dos estudantes (PIAGET E GARCIA, 1989).

A introdução de aspectos históricos no ensino específico de biologia no Brasil pode ser documentada com a tradução e adaptação para o português da coleção *Biological Science Curriculum Studies* (BSCS), da década de 1960. Até a década seguinte, a preocupação central esteve na produção de materiais instrucionais e na formação de professores (MARTINS, SILVA e PRESTES, 2014). A partir dos anos 1990, desenvolveram-se pesquisas sobre concepções espontâneas de estudantes e professores, e sobre o uso de história e filosofia da ciência (BASTOS, 1998; CICILLINI, 1992; MARTINS, L. 1998; SLOGO, 1996).

Até 1996, o número de teses e dissertações em ensino de biologia era pequeno. Simultaneamente à criação da Sociedade Brasileira para o Ensino de Biologia (SBEnBio), testemunhou-se a ampliação das pesquisas na área (TEIXEIRA, SILVA E ANJOS, 2008).

Uma análise das dissertações de mestrado, defendidas no Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, entre os anos de 2007 e 2011, mostrou que, do total de 120 dissertações, 45 incluíam o termo “história da ciência” no corpo do texto, a maior parte delas foi escrita em 2009, e eram da área de história da física. Dissertações envolvendo a história da biologia só apareceram nos anos 2010 (duas) e 2011 (duas) (SOUZA e PRESTES, 2012).

4.1.1 Benefícios da História da Ciência no Ensino de Ciências

Entre os vários benefícios elencados por diferentes autores sobre a inclusão da história da ciência no ensino de ciências, foram selecionados apenas aqueles que são diretamente abordados na presente pesquisa.

O episódio histórico aqui desenvolvido permite que os estudantes desenvolvam uma percepção da ciência como uma produção humana de caráter coletivo, que constrói conhecimentos e métodos sujeitos a mudança (LEDERMAN, N. 1992; ABD-EL-KHALIK e LEDERMAN, N. 2000; LAUGKSCH, 2000). A abordagem histórica das ciências favorece ainda o estabelecimento de conexões a serem feitas entre tópicos e disciplinas científicas e isso facilita o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, cultura e sociedade (MATTHEWS, 1994, p. 50).

Segundo Allchin (2013), há algumas situações particulares em que casos históricos podem fornecer modelos para o processo de aprendizagem da ciência atual. Esse paralelismo (PIAGET E GARCIA, 1989) ocorre quando a história mostra como conceitos complexos emergiram de conceitos simples, o que é possível entre conceitos de uma mesma família teórica, como aconteceu, por exemplo, com o desenvolvimento de ideias componentes da teoria de evolução biológica.

Tradicionalmente, a temática da evolução biológica é oferecida aos estudantes no final do curso de Biologia do Ensino Médio, depois do estudo de Genética. Nelio Bizzo e Charbel El-Hani defenderam que isso pode ser equivocado tanto do ponto de vista histórico quanto epistemológico. Cronologicamente, a evolução não é posterior à genética e as causas das variações não são determinantes para a proposição do princípio de seleção natural. Os autores sugerem que seja minorada a abordagem genética em favor de um tratamento mais amplo da

macroevolução nesse nível de ensino. Isso permitiria o deslocamento da temática da evolução biológica para uma posição anterior no currículo (BIZZO e EL-HANI, 2009, p. 254).

Com base nessas perspectivas, foi desenvolvida, nesta tese, uma abordagem educacional que introduzisse o tema de evolução biológica no ensino fundamental II de jovens e adultos. E por que ensinar evolução por meio de um episódio da história da ciência? Porque, como apontado na literatura acima citada, o desenvolvimento histórico de um conceito científico dado, neste caso, o das explicações sobre a origem e o funcionamento dos órgãos elétricos de peixes, seria um facilitador do processo de ensino aprendizagem desse conceito, com o benefício simultâneo de promover concepções informadas sobre como a ciência funciona.

4.1.2 Problemas e superação da introdução da História da Ciência no Ensino de Ciências

Muitos trabalhos já trataram das dificuldades e obstáculos a serem vencidos para a implementação de aspectos históricos e filosóficos no ensino básico de ciências (MARTINS, R.A., 1990; MARTINS, L., 2005; FORATO, 2009; HÖTTECKE E SILVA, 2011). No entanto, há que se notar que existem certos aspectos metodológicos no campo da História da Ciência que têm sobrevivido a modismos e radicalismos, e que podem evitar os erros historiográficos mais comuns (MARTINS, R.A., 2004).

Diferentes pesquisas educacionais apontam para o fato de que a ampla maioria dos professores carece de formação em história da ciência, não estando, portanto, preparada para lidar com os problemas historiográficos da área (MCCOMAS e cols., 1998; GIL PÉREZ e cols., 2001; HOLTON, 2003; SILVA, 2006; MARTINS, A., 2007).

Interpretações problemáticas da história da ciência também estão presentes nos materiais que serviriam aos professores, como os livros de divulgação científica e a maioria dos livros didáticos (LEITE, 2002; VIDAL, 2009; BITTENCOURT, 2013; GILGE, 2013).

Não cabe aqui uma discussão historiográfica detalhada, mas podem ser oferecidos alguns exemplos para ilustrar o que se considera uma abordagem problemática da história da ciência. Entre eles, o do anacronismo, que é o que analisa o passado com base nos conhecimentos atuais. Há também problemas como os que glorificam os personagens como dotados de genialidade, considerando-os como os “pais” de certos inventos, teorias ou campos de estudo. Esse tipo de abordagem já foi superado porque descaracteriza o fazer científico como uma ação que envolve coletivos em um debate inserido em contextos culturais, políticos, sociais e econômicos específicos.

De modo semelhante, deve-se evitar abordagens biográficas hagiográficas, que romantizam a vida de um estudioso como um herói, “apagando” os seus erros, e as contribuições anteriores de outros pesquisadores ou de seus pares.

A falta de formação do(a) professor(a) não precisa ser um impedimento para que episódios da história de ciência tornem-se veículo para o ensino das Ciências. Douglas Allchin sugeriu quatro indicadores que funcionam como alertas para que um não especialista em história da ciência possa detectar problemas historiográficos em diferentes narrativas, evitando, de modo crítico, fazer uso de “pseudo-história”. Os indicadores são: a monumentalidade, quando o feito científico é amplificado e o personagem histórico é apresentado como herói, sem defeitos e como “salvador” da humanidade; a idealização, quando o personagem e o feito científico em questão são apresentados de modo isolado; o drama afetivo, quando a narrativa constrói um conflito dramático entre pessoas e ideias; a narrativa explicativa e de justificação, quando é apresentada uma relação direta, unívoca e linear entre o uso do método e a produção do conhecimento (ALLCHIN, 2003).

Em 2004, o mesmo autor ampliou a lista de sinais de alerta para detecção de “pseudohistória” em narrativas: descrição romântica, personalidades sem defeitos, descobertas monumentais e individuais, percepções do tipo “eureka”, apresentação apenas de experimentos “cruciais”, senso de inevitabilidade (trajetória de uma trama), retórica da verdade *versus* ignorância, ausência de qualquer erro, interpretação não problemática de evidências, super simplificação geral ou idealização, conclusões guiadas por teorias, e autor com uma agenda restrita (ALLCHIN, 2004).

Para que os benefícios mencionados possam ser atingidos, uma abordagem adequada da história da ciência no ensino, exige, portanto, uma análise historiográfica crítica dos materiais disponíveis, pautada, por exemplo, por índices como os sugeridos por Allchin.

4.1.3 A História da Ciência e as Características da Ciência (CdC)

Além de promover a compreensão de conceitos científicos atuais, a abordagem histórica auxilia no desenvolvimento de uma compreensão informada acerca das características da ciência ou de sua natureza.

Mas o que seria a natureza da ciência?

Responder a esta pergunta não é tarefa trivial. De uma perspectiva bem ampla e geral, podemos dizer que a natureza da Ciência envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência. Compreender a natureza da Ciência significa saber do

que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada. (MOURA, 2013, p. 33)

Na educação básica, a introdução de aspectos sobre como a ciência funciona, tem sido realizada nas últimas décadas com base nos trabalhos de Norman Lederman e colaboradores (LEDERMAN, 1992; 2006; LEDERMAN et al., 2002; PRAIA, J., GIL-PÉREZ, D., VILCHES, A. 2007; PRESTES, M.E.B., CALDEIRA, A.M. 2009; e foi expressa em levantamentos como os de FORATO, T.C DE M., MOURA, B.A., PRESTES, M.E.B., (2012).

Os aspectos da ciência, que são relevantes para o ensino, foram reunidos no *construto* Natureza da Ciência (NdC). Com a intenção de introduzir o caráter processual da ciência e do fazer científico, a proposta pedagógica baseou-se em uma lista de aspectos da ciência, especialmente aqueles relacionados à natureza do conhecimento científico e aos métodos de investigação científica, formando os chamados “sete aspectos de Lederman” (“*Lederman seven*”, segundo MATTHEWS, 2012, p. 10): distinção entre observação e inferência (destacando a natureza empírica da ciência), distinção entre teorias e leis científicas, a natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico, a subjetividade e/ou impregnação teórica do conhecimento científico, a ciência como um empreendimento humano no âmbito da cultura, o caráter provisório e tentativo do conhecimento científico, a investigação científica (e o mito do “método científico”) (LEDERMAN, 2006).

Os sete aspectos de NdC de Lederman não foram propostos como uma síntese das características gerais da ciência, mas como uma seleção de características consideradas relevantes para o ensino de ciências, e passou a ser conhecida como “visão consensual” (SARMENTO, 2016, p. 37). Essa visão levou ao desenvolvimento de um grande número de estudos empíricos sobre concepções de estudantes e professores sobre NdC (EL-HANI, TAVARES E ROCHA, 2004; ABD-EL-KHALICK E LEDERMAN, 2000; DURBANO, 2012).

Contudo, essa abordagem tem recebido diversas críticas. Levantadas em artigo recente de Zubeida Dagher e Sibel Erduran. Tais críticas recaem sobre variados aspectos do trabalho de Lederman. Um deles é o da diferenciação que Lederman havia frisado entre aspectos gerais da ciência e investigação científica, admitindo apenas uma relação mais ampla entre ambos (LEDERMAN, 2007). Grandy e Duschl, em 2008, argumentaram que essa perspectiva simplifica demasiadamente a natureza da observação e da teoria, e desconsidera o papel dos modelos na estrutura conceitual da ciência (DAGHER E ERDURAN, 2016, p. 148).

Outro problema foi apontado por M. P. Clough, em 2007, quanto ao caráter declarativo das sete características; sugerindo que elas fossem tratadas, inversamente, como perguntas para dirigir o debate entre os estudantes.

Outra crítica foi apontada em 2011, por Douglas Allchin, que propôs o abandono de qualquer tipo de listagem seletiva, estabelecendo, em seu lugar, as múltiplas dimensões que dão “forma à confiabilidade na prática científica, do experimental para o social”, o que ele nomeou de “ciência integral” (*Whole Science*). Para o autor, “as listas curtas de NdC devem ser reconhecidas como incompletas e insuficientes para a alfabetização científica funcional”. (ALLCHIN, 2011, p. 524; DAGHER E ERDURAN, 2016, p. 149).

Outra crítica em relação às listas curtas foi realizada por Michael Matthews em 2012, sugerindo a substituição da noção de “natureza” da ciência (NdC) por Característica da Ciência, CdC (*Features of Science*, FOS). A troca do termo seria importante para evitar a noção essencialista do termo “natureza” de uma ciência definida como conhecimento científico. Características da ciência seria uma expressão que inclui o conhecimento científico, mas também “os processos, instituições e contextos sociais e culturais nos quais esse conhecimento é produzido” (MATTHEWS, 2012, p. 22). A sua proposta foi a de reunir conjuntos díspares de ideias, umas relacionadas a aspectos epistêmicos e outras a instâncias filosóficas. Para isso, ele partiu das sete características da NdC de Lederman e somou outras 11: experimentação, idealização, modelos, valores e questões socio-científicas, matematização, tecnologia, explicação, visões de mundo e religião, escolha de teoria e racionalidade, feminismo e realismo, e construtivismo (MATTHEWS, 2012, pp. 18-20).

Há outras propostas em discussão na literatura atual, como a de Abordagem por Semelhança Familiar (*Family Resemblance Approach*, FRA), que foi adaptada para a educação científica por Dagher e Erduran, a partir de autores da filosofia da ciência como Irzik e Nola (DAGHER E ERDURAN 2016).

Como em outros trabalhos recentes (SARMENTO, 2016), nesta tese foi selecionada a abordagem de Michael Matthews, de Características da Ciência, CdC, devido à percepção de que a amplitude dos aspectos tratados é mais favorável às abordagens explícitas. Além disso, as CdC se mostraram de maior potencial de aplicação no segmento de ensino de jovens e adultos, devido à sua heterogeneidade de experiências de vida e consequentes concepções de ciências.

De todo modo, as análises dos cinquenta anos de pesquisa sobre concepções de professores e estudantes sobre a ciência, indicam parâmetros úteis para a prática de ensino e a pesquisa das características da ciência. Ainda em 2007, Lederman resumiu os achados dessas

pesquisas nos seguintes itens: a) estudantes e professores da escola básica, em geral, não possuem concepções “adequadas” de NdC; b) as concepções de NdC são melhor aprendidas por meio de instrução explícita e reflexiva em oposição ao aprendizado implícito por meio de experiências em que simplesmente “fazem” ciência; c) as concepções de NdC dos professores não são automáticas e necessariamente traduzidas na prática da sala de aula; d) os professores não consideram NdC como um conteúdo instrucional de status igual ao dos conteúdos “tradicionais”.

Para Abd-El-Khalik e Lederman (2013) os professores não precisam apenas adquirir concepções mais “adequadas” sobre NdC, mas também encontrar ferramentas que estejam relacionadas a esse domínio específico. O objetivo do ensino de ciências na escola básica não é mais o de formar cientistas, historiadores ou filósofos da ciência, mas consiste em habilitar os alunos a conhecerem como os conceitos científicos são construídos; o que os auxilia a desenvolverem concepções informadas e fundamentadas sobre as características da ciência.

Diversos trabalhos sobre a questão do ensino explícito e reflexivo, recomendados por Lederman, já vinham sendo publicados nos últimos anos (AKERSON, EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000; KHISHFE e EL-KHALICK, 2002; SMITH e SCHARMANN, 2008; ADÚRIZ-BRAVO e IZQUIERDO-AYMERICH, 2009; RUDGE e HOWE, 2009). Em 2012, Duschl e Grandy realizaram um levantamento dessa literatura e identificaram duas tendências diferentes sobre o que é considerado, afinal, o ensino explícito de NdC: versão 1, como princípios heurísticos, ou versão 2, como práticas baseadas em modelos.

Para eles, “a versão 1 focaliza o uso de princípios heurísticos e afirmações de domínio geral baseadas em consensos, ensinadas no contexto de lições e atividades” (DUSCHL e GRANDY, 2013, p. 2121). Segundo os autores, a NdC é ensinada por meio de referências explícitas a um conjunto de princípios que filósofos e historiadores da ciência, como Holton, Lakatos e Laudan, usam para caracterizar a ciência como uma forma de conhecimento (2013, p. 2122).

A versão 2 focaliza nas “práticas científicas em contextos de domínios específicos e defende a incorporação das atuações dos estudantes das práticas no decorrer de longas sequências de ensino” (DUSCHL e GRANDY, 2013, p. 2122). Nesta abordagem explícita de NdC, não se trata de dizer onde estão os aspectos de NdC nas lições ou atividades, mas de mergulhar o estudante nas práticas cognitivas, epistêmicas e sociais da ciência e dos contextos materiais e tecnológicos que caracterizam o fazer ciência. A aprendizagem de NdC, segundo Allchin (2013), ocorre quando os alunos estão situados nessas práticas de acordo com a idade apropriada em que lhes são oferecidas.

Ainda segundo os autores, diversas outras características distinguem as duas versões de ensino explícito. Do ponto de vista da construção do estudo histórico, a versão 1 se caracteriza pela utilização de casos emblemáticos e episódicos, enquanto a versão 2 utiliza casos holísticos e de interpretação complexa (DUSCHL e GRANDY, 2013, p. 2125).

Com base nessa análise, considera-se que o estudo histórico realizado nesta tese alinha-se com a versão 2 de ensino explícito, uma vez que aborda o desenvolvimento das explicações sobre o funcionamento e a origem dos órgãos elétricos de peixes ao longo de quase três séculos, envolvendo autores de contextos e paradigmas teóricos distintos.

Partindo da reflexão de Douglas Allchin, que propõe que os focos no conteúdo, nas habilidades e natureza da ciência “não são necessária e mutuamente excludentes” (ALLCHIN, 2013), a história da ciência foi tomada na sequência didática aqui proposta como elemento integrador dos demais elementos didáticos, e teve o objetivo de desenvolver os conteúdos científicos mencionados e promover, de modo explícito e reflexivo, concepções informadas de características da ciência (CdC).

Assim, ao elaborar a Sequência Didática, esta professora-pesquisadora procurou atividades que “mergulhassem os estudantes nos aspectos cognitivos, epistêmicos e sociais das práticas científicas que envolvem a construção e refinamento de questões, medidas, representações, modelos e explicações” (DUSCHL e GRANDY, 2013, p. 2126). Esta opção também assegurou a coerência metodológica, como elemento da transversalidade, entre os dois blocos de aula da Sequência Didática, conforme será discutido adiante.

4.2 A Sequência Didática no ensino e na pesquisa

É possível definir uma SD como “uma série de atividades [de ensino e aprendizagem] ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18). Vale acrescentar que uma SD é elaborada pelo professor, com base em uma orientação curricular voltada para alunos específicos de uma cultura escolar específica, histórica e socialmente colocada.

A elaboração e validação da sequência didática componente desta pesquisa empírica foi consonante com a linha teórica do *Teaching Learning Sequence* (TLS), como proposta pelos trabalhos Martine Marie Méheut e Dimitris Psillos (2004 e 2005). A escolha se deve ao entendimento de que essa proposta é fundamentadora da atividade de pesquisa conjuntamente à atividade de ensino, ainda que possa ser valorada de modo diferente por professores e pesquisadores (MÉHEUT, 2005, p. 195).

Essa escolha foi feita em detrimento de outras linhas teóricas existentes para a elaboração e validação das SDs no ensino de ciências, como, por exemplo, a Engenharia Didática e *Design Based Research* (DBR)(GUIMARÃES e GIORDAN, 2013, p. 2). Enquanto a Engenharia Didática focaliza as diferentes etapas de validação e a DBR focaliza as iterações, isto é, os ciclos de aplicação e reelaboração da SD com vistas à elaboração de princípios didáticos (PLOMP, 2009), na linha teórica de Méheut e Psillos, a Sequência Didática focaliza as dimensões epistemológica, psico-cognitiva e didática de sua modelagem ou elaboração.

Essa linha teórica foi considerada mais interessante para a presente pesquisa porque a sua dimensão epistêmica realça o papel da história da ciência, da abordagem sobre a gênese histórica do conhecimento científico como veículo facilitador da aprendizagem do conteúdo científico. Ao mesmo tempo, um enfoque atento à dimensão psico-cognitiva dos estudantes é importante para tratar do público intergeracional da Educação de Jovens e Adultos com que se ocupou esta pesquisa. Por fim, a atenção à dimensão didática permite enfatizar a seleção de estratégias de ensino adequadas ao contexto curricular do ensino público em que esta pesquisa foi realizada.

4.2.1 A Sequência Didática como ferramenta do processo de ensino e aprendizagem

Considera-se nesta pesquisa que, no âmbito do ensino formal, são didáticas todas as realizações que o professor deliberadamente planeja para que o aluno construa conhecimento e atinja os seus objetivos. Portanto, o planejamento do professor pode deliberadamente levar o aluno a se tornar responsável pela própria aprendizagem. Foi este o caso da intervenção pedagógica pensada pela professora-pesquisadora, com a opção pela abordagem da Aprendizagem Baseada em Problema (ABP, em inglês, *Problem Based Learning – PBL*):

A Aprendizagem Baseada em Problema (ABP) – Problem-Based Learning (PBL), como é conhecida mundialmente – é essencialmente uma metodologia de ensino-aprendizagem caracterizada pelo uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades de solução de problemas e a aquisição de conceitos fundamentais da área de conhecimento em questão. (RIBEIRO, 2008, pp. 13)

A Aprendizagem Baseada em Problema (ABP) – Problem-Based Learning (PBL), como é conhecida mundialmente – é essencialmente uma metodologia de ensino-aprendizagem caracterizada pelo uso de problemas da vida real para estimular o

desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades de solução de problemas e a aquisição de conceitos fundamentais da área de conhecimento em questão. (RIBEIRO, 2008, p. 13).

A ABP guarda relações com o Ensino Baseado em Estudos de Caso, EBEC (em inglês, *Case Based Learning – CBL*), e ambas abordagens são consideradas como poderosas ferramentas para reformular o ensino de ciências (ALLCHIN, 2013, p. 1). Na ABP e no EBEC, um problema ou um caso, respectivamente, é apresentado ao estudante que, então, assume um papel ativo para resolvê-lo.

Para Allchin, são três as características gerais dessas abordagens: a-) o problema é apresentado aos estudantes que se tornam sujeitos ativos da própria aprendizagem. O papel do professor também muda, ele passa a ser o agente facilitador da aprendizagem; b-) os estudos de caso e os problemas não devem ser meras ilustrações suplementares, mas uma ocasião para aprender. Esse estilo de aprendizagem está de acordo com a ciência cognitiva que diz que raciocinamos através de analogias e modelos e da interpretação e aplicação de princípios abstratos; c-) na perspectiva mais transformadora, essas abordagens favorecem o desenvolvimento de habilidades de pensamento e uma compreensão da natureza da ciência, além do conteúdo conceitual de ciências. Segundo Allchin, para a consecução desses objetivos, o professor deve fazer, de modo consciente, escolhas deliberadas das atividades e de seu desenho (*design*).

De acordo com Allchin, quase todo conhecimento declarativo pode ser reformulado como uma questão-problema. Dessa forma, um primeiro passo para a professora-pesquisadora foi criar a(s) questão(ões)-problema(s) que fizesse(m) a integração dos diferentes eixos (objetivos de ensino de ciências, de história da ciência e de CdC, incluindo aprimoramento de habilidades científicas). A SD desta pesquisa teve como objetivos, a partir do ensino de ciências, compreender o conceito de seleção natural da teoria evolutiva dos seres vivos; da história da ciência, conhecer o percurso histórico da construção desse conceito, destacando a dificuldade de Charles Darwin em explicar a origem dos órgãos elétricos de peixes com base nesse conceito; das características da ciência, discutir a ciência como processo coletivo, histórico, social etc.

Além disso, a ABP permite diferentes estratégias de ensino facilitadoras da aprendizagem. Na SD desta pesquisa, foram utilizadas, desde a aula expositiva tradicional, passando pela expositiva dialogada ou interativa, leitura e discussão de textos com mediação da professora-pesquisadora, questionários, elaboração de desenhos, pesquisas na web.

A ABP também poder ser inserida em qualquer currículo (VASCONCELOS e ALMEIDA, 2012, pp. 21) e ser utilizada tanto como abordagem única ou integrada a outras, iniciando ou finalizando o processo de aprendizagem. A SD desta pesquisa foi desenvolvida para o currículo da Etapa Complementar 1 do Ensino Fundamental II da EJA no período noturno, em uma escola municipal da cidade de São Paulo. A abordagem ABP foi a única utilizada ao longo de todas as SDs desta pesquisa.

4.2.2 A Sequência Didática como ferramenta de pesquisa

Méheut e Psillos (2004) realizaram uma revisão bibliográfica de pesquisas empíricas envolvendo Sequências Didáticas em ensino de ciências em diversos países, entre as décadas de 1970 e 2000. Ainda que sem pretender um levantamento exaustivo, os autores buscaram revelar o que chamaram de certas tendências, derivadas de tradições diferentes de pesquisa, e discutiram dois dos passos envolvidos em experimentos com SD, a saber, o planejamento e a validação.

Do ponto de vista do planejamento, os autores focalizaram considerações colocadas em jogo, implícita ou explicitamente, nesse momento. Assim, a discussão se relaciona a temas como:

[...] o planejamento de situações de ensino-aprendizagem, problemas, atividades, a parte colocada em jogo nas decisões sobre uma variedade de considerações incluindo análise de conteúdo, epistemologia, concepções e motivações dos estudantes, teorias pedagógicas de aprendizagem e restrições educacionais. (MEHÉUT e PSILLOS, 2004, p. 517)

Para organizar o modo como essas considerações apareciam nas SDs pesquisadas, os autores propuseram então uma representação pictórica que denominaram “Losango Didático” (Figura 17).

Figura 17 – Losango Didático
 Fonte: Méheut e Psillos, 2004, p. 517 (tradução nossa)

É preciso ressaltar que os autores ao elaborarem esse esquema, consideraram apenas duas dimensões: a epistêmica e a pedagógica. Isto se deu porque eles não encontraram, naquela época, pesquisas em que os autores descrevessem os fatores contextuais, especialmente aqueles que analisariam as restrições do próprio funcionamento da instituição de ensino como os programas de ensino e os cronogramas (MÉHEUT e PSILLOS, 2004, p. 518). O eixo vertical representa a dimensão “epistêmica”, isto é, “como o conhecimento funciona em relação ao mundo material”, e o eixo horizontal representa a dimensão “pedagógica”, ou seja, “as escolhas sobre o papel do professor, os tipos de interação entre o professor e os estudantes, e perto do vértice “estudantes”, pode-se colocar o que é esperado das interações dos estudantes entre si” (MÉHEUT, 2005, p. 198). O Losango Didático indica ainda que existe uma relativa independência entre as duas dimensões, a epistêmica e a pedagógica.

Por outro lado, os autores delinearam três grandes tendências nos trabalhos com SDs analisados: os que enfatizam a dimensão epistêmica (que denominaram “Construtivismo epistêmico”), os que enfatizam a dimensão pedagógica (“Construtivismo psicológico”) e os que enfatizam a interface entre as duas dimensões (considerado como tendo uma abordagem “construtivista integrada”).

Considerando o entrelaçamento das duas dimensões, no lado do losango entre os vértices “Estudantes-Mundo Material”, Méheut e Psillos colocaram as concepções dos estudantes acerca dos fenômenos físicos, sendo as concepções mais espontâneas localizadas mais perto do vértice “Estudantes”. Por outro lado, as atitudes dos estudantes, em relação ao

conhecimento científico, foram colocadas ao longo do lado “Estudantes-Conhecimento Científico”.Méheut e Psillos compararam o losango didático com o modelo de Engenharia Didática de Michele Artigue, de 1988 (1996), que norteia boa parte das pesquisas empíricas com SD, especialmente na área de educação matemática para a qual foi desenvolvida e continua sendo amplamente utilizada (MÉHEUT e PSILLOS, pp. 517-518). Artigue sugere três dimensões para uma análise *a priori* do planejamento de uma SD: a dimensão “epistêmica”, que analisa os conteúdos a serem ensinados, os problemas que eles resolvem, sua gênese histórica; a dimensão “psico-cognitiva”, que analisa as características cognitivas dos estudantes; e a dimensão “didática”, que analisa o funcionamento da instituição de ensino.

Segundo as palavras de Artigue, no modelo da Engenharia Didática:

[...] a análise dos constrangimentos efectuar-se-á através da distinção de três dimensões: a dimensão *epistemológica* associada às características do saber em jogo; a dimensão *cognitiva* associada às características cognitivas do público ao qual se dirige o ensino; a dimensão *didáctica* associada às características do funcionamento do sistema de ensino. (ARTIGUE, 1996, p. 200)

Com base nessas dimensões, Méheut e Psillos interpretam as interrelações entre os quatro elementos (estudantes, mundo material, professor e conhecimento científico) de seu losango didático.

Assim, uma Sequência Didática designa a estreita relação entre a proposta de ensino planejada e a correspondente aprendizagem almejada. Ela se caracteriza por ser, ao mesmo tempo, uma atividade de pesquisa intervencionista e um produto empiricamente adaptado para os estudantes.

Esse modelo foi utilizado para o planejamento da Sequência Didática, auxiliando a definir seus passos metodológicos, apontando para os diferentes dados (e instrumentos de coleta de dados, pré-testes, produção dos alunos, pós-testes, etc.) a serem coletados, bem como o modo de analisá-los.

4.2.3 A validação da Sequência Didática

A validação é um procedimento sistemático de avaliação de um determinado instrumento de ensino, por meio de testes que procuram verificar sua capacidade de desempenho e a confiabilidade dos seus resultados (GUIMARÃES e GIORDAN, 2012, p.2).

Méheut e Psillos (2004) agruparam as pesquisas em educação científica como tendo dois critérios distintos de validação considerados como complementares: uma avaliação “externa” ou “comparativa”, realizada para comparar os efeitos de uma pesquisa com SD com aqueles efeitos de um ensino tradicional, uma validação “interna”, realizada para analisar os resultados da SD com relação aos seus objetivos de ensino e aprendizagem. Na validação interna, “as situações de ensino e aprendizagem são elaboradas e são levadas em conta as análises prévias do conhecimento a ser desenvolvido e o que é sabido sobre as dificuldades, concepções e modos de raciocínio” dos estudantes (MÉHEUT, 2005, pg. 200-201).

A validação “interna” busca avaliar os resultados obtidos a partir dos objetivos propostos. Em algumas pesquisas, a validação interna é feita por comparação entre o “estágio cognitivo final” em relação ao “estágio cognitivo inicial”; em outras pesquisas pela observação do “percurso da aprendizagem” dos estudantes durante o desenrolar da SD; e em outras, ela é feita como na Engenharia Didática, comparando o esperado com o real (MÉHEUT e PSILLOS, 2004, pp. 523).

Na fase de aplicação da SD, que Méheut e Psillos chamam “experimentação”, aplicam-se os instrumentos de pesquisa e de coleta de dados. A validação interna não exclui o uso de instrumentos, tais como pré-testes, pós-testes, questionários e entrevistas.

A validação interna foi realizada, na presente pesquisa, conforme discussão a ser apresentada na seção 5.3 do capítulo sobre metodologia da pesquisa.

4.3 A Educação de Jovens e Adultos e o Ensino de Ciências

4.3.1 Caracterização da Educação de Jovens e Adultos

De acordo com a *Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura* (UNESCO) existem, em âmbito internacional, quatro Cátedras com a temática de Educação de Jovens e Adultos: na China, onde o foco é Alfabetização e Educação de Adultos para a Capacitação de Pessoas em Áreas Rurais (Universidade Agrícola de Henei, Baoding); no Marrocos, voltada para a Educação de Adultos e Alfabetização (Universidade Mohammed V, Souissi); na Nigéria, com ênfase no Uso de Tecnologias em Educação Não-Formal e Adultos (Universidade de Ibadan); e no Brasil, a Cátedra da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) reunidas e consonante com o Programa Brasileiro para Alfabetização (PBA) proposto pelo governo federal em 2003 (UNESCO, 1998).

Conceitos como educação permanente, educação básica ampliada, educação formal e não formal, formação para o trabalho, educação popular e a expressão mais recente

aprendizagem ao longo da vida, refletem a diversidade conceitual para essa temática (LÓPEZ-VELARDE, 2014, p. 702).

Ainda de acordo com a UNESCO, na perspectiva dessa Cátedra, há que se considerar que 43% da população mundial vive na pobreza tanto do ponto de vista material como do ponto de vista das oportunidades de aprendizagem. Por isso, ela está inserida no Programa Educação para Todos (UNESCO, 1998).

Numa pesquisa preliminar no banco de dados do Portal da Capes, é possível referendar a classificação da UNESCO, uma vez que a EJA do Brasil está inserida em contextos econômico, social, cultural e político próprios, além de referir políticas públicas específicas deste país. De fato, a Cátedra da UNESCO para EJA oferece todo um outro universo de atividades e produtos: eventos, formação de professores, discussão e apresentação de políticas públicas, produção de documentos como o recente *Second global report on adult learning and education* (2014), debates e pesquisas, intercâmbios regionais, nacionais e internacionais. Assim, esta pesquisa fez um recorte e, sem desconsiderar esse universo mais amplo, focou no que corresponde à educação *formal* de jovens e adultos no Brasil.

No Brasil, a educação formal para jovens e adultos é regulamentada pelo artigo 37 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Lei nº 9.394 de 20 de Dezembro de 1996, disponível no Portal do Ministério da Educação e Cultura (MEC). Trata-se de uma modalidade de ensino básico, voltada “àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria” (LDB, 1996). Esses motivos são coerentes com os dados de pobreza da Unesco: desde a infância muitas pessoas estão alijadas dos sistemas de ensino para complementar a renda familiar. A EJA faz parte da rede escolar brasileira pública e privada.

4.3.2 O contexto brasileiro da Educação de Jovens e Adultos

4.3.2.1 Alfabetismo Funcional dos brasileiros

Como resultado de iniciativa do Instituto Paulo Montenegro²⁹ em parceria com a ONG Ação Educativa³⁰ foi criado, em 2001, o Indicador de Alfabetismo Funcional (Inaf) (RIBEIRO, V.M., 1997). O Inaf avalia as habilidades e práticas de leitura, escrita e matemática dos(as) brasileiros(as) entre 15 e 64 anos de idade. Ele revela, por meio de

²⁹ O Instituto Paulo Montenegro é uma organização sem fins lucrativos, criada em 2000 pelas empresas associadas ao Grupo IBOPE, para desenvolver e executar projetos de responsabilidade social (Instituto Paulo Montenegro).

³⁰ A Ação Educativa é uma associação civil sem fins lucrativos fundada em 1994, cuja missão é promover direitos educativo, culturais e da juventude, tendo em vista a justiça social, a democracia participativa e o desenvolvimento sustentável (Ação Educativa).

entrevistas e testes cognitivos realizados em todo o território nacional, por meio de amostragem, os níveis de alfabetismo funcional da população adulta brasileira.

O Inaf classifica os respondentes em quatro níveis de alfabetismo: analfabetos, alfabetizados em nível rudimentar, alfabetizados em nível básico e alfabetizados em nível pleno, sendo os dois primeiros níveis considerados como analfabetismo funcional.

Segundo o Inaf, os quatro níveis são assim caracterizados:

Analfabetos: não conseguem realizar nem mesmo tarefas simples que envolvem a leitura de palavras e frases, ainda que uma parcela destes consiga ler números familiares (números de telefone, preços, etc.).

Alfabetizados em nível rudimentar: localizam uma informação explícita em textos curtos e familiares (como, por exemplo, um anúncio ou pequena carta), leem e escrevem números usuais e realizam operações simples, como manusear dinheiro para o pagamento de pequenas quantias.

E os dois últimos como sendo alfabetizados funcionalmente:

Alfabetizados em nível básico: leem e compreendem textos de média extensão, localizam informações mesmo com pequenas inferências, leem números na casa dos milhões, resolvem problemas envolvendo uma sequência simples de operações e têm noção de proporcionalidade.

Alfabetizados em nível pleno: pessoas cujas habilidades não mais impõem restrições para compreender e interpretar textos usuais: leem textos mais longos, analisam e relacionam suas partes, comparam e avaliam informações, distinguem fato de opinião, realizam inferências e sínteses. Quanto à matemática, resolvem problemas que exigem maior planejamento e controle, envolvendo percentuais, proporções e cálculo de área, além de interpretar tabelas de dupla entrada, mapas e gráficos.

Os resultados do Inaf de 2011/2012 revelaram que o percentual da população alfabetizada funcionalmente passou de 61% em 2001 para 73% em 2011. Ainda assim, apenas um em cada 4 brasileiros domina plenamente as habilidades de leitura, escrita e matemática. Resultados mais amplos podem ser consultados no site do Instituto Paulo Montenegro.

Para Pedro Demo, não tendo resolvido a questão do alfabetismo escolar e funcional, a discussão sobre a alfabetização científica seria um tanto “lírica”. No entanto, segundo o autor, uma não exclui a outra. Precisamos avançar em ambas (DEMO, 2010, p. 41).

O grupo de estudantes com os quais foi aplicada a Sequência Didática aqui investigada já tinha cursado no mínimo dois anos de EJA, correspondente ao Ensino Fundamental I,

quando seria esperado estarem, pelo menos, alfabetizados em nível básico. Contudo, o grupo possui estudantes que são alfabetizados em nível rudimentar, ou seja, apresentam dificuldades em localizar informação em textos longos e pouco familiares. Em razão disso, a professora-pesquisadora desenvolveu atividades baseadas, especialmente, na oralidade, uso de imagens, leitura mediada, entre outros. A intenção dessa escolha foi a de dar continuidade ao desenvolvimento da competência leitora e escritora desses estudantes. Paralelamente, os estudantes com alfabetização mais avançada, eram estimulados a mediar as atividades de leitura e escrita junto à professora.

4.3.2.2 Alfabetismo científico dos brasileiros

Recentemente, em julho de 2014, o Inaf, juntamente com a Abramundo³¹, o Instituto Paulo Montenegro e a ONG Ação Educativa, realizou estudos sobre o letramento científico de brasileiros de nove regiões metropolitanas (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Fortaleza, Salvador, Curitiba e Belém). A amostra era composta de 2.002 pessoas com idade entre 15 e 40 anos e que completaram os quatro primeiros anos do ensino fundamental. Foram utilizadas duas versões de questionário contendo 26 questões cada uma, e sua análise permitiu criar quatro níveis de letramento científico:

Nível 1 letramento não científico ausente. Localiza, em contextos cotidianos, informações explícitas em textos simples envolvendo temas do cotidiano sem a exigência de domínio de conhecimentos científicos.

Nível 2 letramento científico rudimentar. Resolve problemas que envolvam a interpretação e a comparação de informações e conhecimentos científicos básicos, apresentados em textos diversos, envolvendo temáticas presentes no cotidiano.

Nível 3 letramento científico básico. Elabora propostas de resolução de problemas de maior complexidade a partir de evidências científicas apresentadas em textos técnicos e/ou científicos, estabelecendo relações intertextuais em diferentes contextos.

Nível 4 letramento científico proficiente. Avalia propostas e afirmações que exigem o domínio de conceitos e termos científicos em situações envolvendo contextos diversos. Elabora argumentos sobre a confiabilidade ou veracidade de hipóteses formuladas. Demonstra domínio do uso de unidades de medida e conhece questões relacionadas ao meio ambiente, à saúde, astronomia ou genética.

³¹ A Abramundo é uma empresa brasileira que cria, desenvolve e produz materiais de Ciências para o Ensino Fundamental, do 1º ao 9º ano, orientados pela **Metodologia da Investigação** (Abramundo).

O Indicador de Letramento Científico (ILC) Abramundo forneceu os seguintes resultados: a grande maioria (79%) dos brasileiros entre 15 e 40 anos, com mais de 4 anos de estudo, pode ser classificada nos níveis intermediários (nível 2 e nível 3) da escala. Sendo que 48% dessa população se encontra no Nível 2 (letramento científico elementar) e 31% se enquadram no Nível 3 (letramento científico básico). Apenas 5% foram classificadas no Nível 4 (letramento científico proficiente) e 16% da população pesquisada se encontra no Nível 1 (letramento científico ausente) (ILC, 2014, p. 10).

Dentre os indivíduos que chegam ao ensino superior, 48% atingem o nível 3 de letramento científico e 11% podem ser considerados proficientes. Nesse grupo de mais alta escolaridade, há uma parcela significativa, 37%, com letramento científico apenas elementar e 4% que podem ser considerados letrados do ponto de vista científico (ILC, 2014, p. 11).

Em outras palavras, apenas 4 em cada 10 trabalhadores das principais capitais do país e dos municípios de seu entorno, onde está concentrada grande parte da produção nacional, têm a habilidade necessária para resolver problemas ou interpretar informações de natureza científica.

O estudo também revelou que somente 15% dos tomadores de decisão possuem letramento científico proficiente. Na administração pública e na indústria de transformação, apenas 6% (ILC, 2014, p. 16). Pode-se considerar que isso causa perplexidade.

Os dados de alfabetização científica da população brasileira constituem informações relevantes sobre os estudantes envolvidos na presente pesquisa, já que revela que 79% dos brasileiros com mais de 4 anos de estudo de nível fundamental pode ser classificada nos níveis rudimentar e básico (nível 2 e nível 3) da escala de alfabetização científica. Era esperado que os estudantes envolvidos na presente pesquisa apresentassem esses mesmos níveis. Contudo, sem acesso aos questionários utilizados na pesquisa ILC, esta professora-pesquisadora não tinha a pretensão de ocupar-se da alfabetização, mas sim de promover o ensino de ciências, contribuindo para a educação científica.

Nesse ponto, vale lembrar a distinção que Demo (2010) propõe entre educação científica e alfabetização científica: elas não são expressões sinônimas. A alfabetização científica aponta para a introdução dos alunos no mundo do conhecimento científico (propedêutico), enquanto que a educação científica aponta para o aspecto formativo. Ambos são olhares fundamentais (DEMO, 2010, p. 37). Além disso, a educação científica acontece também fora dos muros da escola, ao longo da vida, quando o aluno visita um museu, assiste um documentário, e assiste novelas que trazem temáticas científicas etc.

Nesse sentido, os resultados obtidos pelo ILC devem ser tomados com cuidado quando transportados para a realidade escolar e particularmente para o contexto EJA. No caso da presente pesquisa, o trabalho foi realizado com estudantes diversificados, variando entre os que acabaram de terminar o ensino fundamental e os que ficaram um período (que é bastante variado) afastados da escola. Nesse intervalo, a educação científica não formal está presente em suas vidas, de modo que seria necessária uma avaliação específica para conhecer o nível de alfabetização científica em que se encontram.

4.3.3 A Educação de Jovens e Adultos como campo de pesquisa

A produção de conhecimento sobre educação de jovens e adultos é ainda pouco representativa em muitos países, apesar do crescimento nos últimos anos (LÓPEZ-VELARDE, 2014, p. 704). Em um estudo comparativo de 170 teses de licenciatura e de pós-graduação, entre 2005 e 2011, de 14 países da América Latina e Caribe, descobriu-se que a investigação educativa em EJA é mínima e desigual, ou mesmo ausente em muitos países. Ela se concentra no Brasil, México e Argentina (2014, p. 699) .

A pesquisa ainda encontrou que a investigação em EJA apareceu como linha consolidada de pesquisa apenas no Brasil (reconhecida como Cátedra pela UNESCO nas três universidades federais UFPB/UFPE/UFRN) e em Cuba. Segundo o mesmo autor, no Brasil, as pesquisas foram realizadas em maior número nas universidades federais, com destaque para a Universidade Federal de São Carlos (com seis teses) e a Universidade Federal de Minas Gerais (com cinco teses), de um total de 26 dissertações de mestrado e 13 teses de doutorado (LÓPEZ-VELARDE, 2014, p. 705-706).

Quanto às temáticas desses trabalhos, elas se relacionam especialmente com as áreas de sociologia da educação, educação especial, psicologia e linguística aplicada (LÓPEZ-VELARDE, 2014, p. 709). Nesse estudo, o autor menciona que foram encontradas, como nova área temática, duas teses de doutorado voltadas para educação básica (2014, p. 712) e não foi mencionado nenhum trabalho de investigação de aprendizagem de ciências em EJA, muito menos que tenha focalizado a inclusão de história da ciência, indicando uma lacuna que se pretendeu diminuir com a presente pesquisa.

Além disso, do ponto de vista da prática educativa e de pesquisa científica, a baixa incidência de pesquisa em EJA pode ser explicado, em parte, devido ao paradigma infelizmente ancorado no senso comum, e que predominou até recentemente, de que “uma vez adulto, seria demasiado tarde para aprender” (DANIS, C., SOLAR, C., 1998, p. 11). Nos últimos anos, esse limite vem sendo ultrapassado por pesquisas focadas nos processos de

aprendizagem de adultos e idosos, que começaram a aparecer na literatura internacional como em Danis eSolar (1998), Silvestre (2011), Osorio (2003). No Brasil, são poucos ainda os trabalhos na área, como, por exemplo, os estudos de Marta Kohl de Oliveira baseados no desenvolvimento psicocognitivo dos adultos (OLIVEIRA, 2002).

Uma conquista importante realizada no país diz respeito ao fato de a EJA, na perspectiva da educação continuada, ter sido ligada à Diretoria de Políticas de Alfabetização e da Educação de Jovens e Adultos da Secretaria da Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (SECADI) do MEC. Assim, do ponto de vista institucional também rompeu-se com o preconceito mencionado acima. Diante desses referenciais, aparece como bastante atualizada a conclusão de Di Pierro, Jóia e Ribeiro (2001) de que a EJA mostra-se como um terreno fértil para inovações práticas e teóricas.

4.3.4 As temáticas de Ciências para a EJA

Por sua vez, trabalhos desenvolvidos junto a estudantes jovens e adultos são praticamente inexistentes na literatura do campo da Educação em Ciências (EC); [...] trabalhos que investigam concepções de professores, leituras realizadas por alunos e interações discursivas nesta modalidade de ensino, não problematizam sua natureza, suas especificidades e questões. Situação semelhante pôde ser observada na revisão das atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (V ENPEC): dos 731 trabalhos inscritos, apenas três eram referentes ao tema Educação em Ciências na EJA. Em consequência, questões que dizem respeito aos objetivos e às formas de abordar temas relacionados às ciências naturais junto a grupos de estudantes jovens e adultos permanecem obscuras. (VILANOVA e MARTINS, 2008, p. 332)

Em 2002, baseada na Resolução 01/2000 e no Parecer CNE/CEB 11/2000, a Secretaria do Ensino Fundamental (SEF) do MEC (Ministério da Educação e Cultura) lançou a Proposta Curricular para Educação de Jovens e Adultos. Esta proposta curricular está organizada em 3 volumes: o volume 1 é Introdutório; o volume 2 é dedicado à Língua Portuguesa, Língua Estrangeira, História e Geografia; o volume 3, que mais interessa para esta pesquisa, é dedicado à Matemática, Ciências Naturais, Arte e Educação Física.

As autoras Rita Vilanova e Isabel Martins (2008) empreitaram uma análise crítica dos discursos desse volume 3 da Proposta Curricular para Ciências Naturais na EJA e da V Confintea (*Conferência Internacional da Educação de Adultos*), ocorrida em 1997 em Hamburgo (UNESCO, 1998).

Segundo as autoras, tanto os compromissos da V Confintea, quanto os da Proposta Curricular, refletem uma ênfase nos conteúdos que privilegiam questões de saúde, sexualidade e problemas ambientais, consonantes com a nova Lei de Diretrizes e Bases 9394/96 (LDB/96). As temáticas anteriores para esse segmento do ensino promulgavam a educação sanitária, a saúde reprodutiva, o controle da natalidade, a prevenção de doenças sexualmente transmissíveis e a segurança alimentar. Nos dois momentos, antes e depois da nova LDB, a preocupação “era a de relacionar o ensino de Ciências à promoção da saúde pública, a educação para o trabalho e para a cidadania” (VILANOVA e MARTINS, 2008, p. 343).

A partir desta constatação, as autoras sugerem que se estabeleça um diálogo maior tanto na dimensão da investigação quanto no da intervenção entre os campos de pesquisa da educação de jovens e adultos e o de ensino de Ciências. O diálogo deveria seguir no sentido de problematizar objetivos e práticas. O compromisso com “uma educação plena deve buscar o equilíbrio entre os conhecimentos úteis para a vida cotidiana e aqueles que conjuntamente com estes levam a uma visão ampla das ciências e que, efetivamente, permitem uma inclusão verdadeira e completa na sociedade” (VILANOVA e MARTINS, 2008, p. 346).

A possibilidade da introdução de outras temáticas da ciência, no segmento básico da EJA, na dimensão da intervenção e na dimensão da investigação foi mencionada na seção 4.

A temática em Biologia desta pesquisa empírica diz respeito a teoria da evolução biológica e o público-alvo são adultos que estão, em sua maioria, tendo o primeiro contato um professor especialista em ciências.

Ainda que esta pesquisa esteja voltada para o ensino formal de ciências, para a elaboração da sequência didática, e compreendendo que a educação científica se dá em sociedade, foi considerada a possibilidade do aparecimento, entre os alunos, dos equívocos sobre evolução biológica que aparecem comumente nos meios de comunicação ou em outras fontes de informação presentes em grandes metrópoles.

Segundo LEDERMAN, N.G, LEDERMAN, J.S e ANTINK (2013, p.144), muitos desses equívocos estão relacionados à questão sobre a validade da teoria da evolução. Os autores dizem que os argumentos utilizados contra a validade da teoria da evolução biológica salientam que ela não pode ser testada pelo método científico. Portanto, não pode ser uma teoria científica válida. Para muitos professores e pesquisadores, de acordo com esses autores, o problema é pelo menos parcialmente criado pela incompreensão do público em geral do que seja uma teoria/investigação científica.

Assim, Lederman e seus colaboradores defendem o ensino de aspectos da ciência e da investigação científica como quadro orientador e como contexto para o conhecimento científico desta temática. O contexto é necessário para que os alunos adquiram uma concepção informada sobre o que significa conhecimento científico.

Através de uma metáfora, Lederman e colaboradores comparam o ensino de ciências, sem o concomitante ensino de aspectos da ciência e da investigação científica, a um jogo de xadrez sem que os jogadores conheçam as regras (LEDERMAN et al., 2013, p. 144).

4.4 A Pesquisa-Ação Educacional e as decisões éticas

4.4.1 Caracterização da pesquisa-ação

Além disso, não achamos que a pesquisa pedagógica deva ser conduzida de maneira independente ao envolvimento acadêmico formal. Não vemos porque razão os professores não possam engajar-se em programas acadêmicos de pós-graduação, para conduzir pesquisas relevantes às próprias necessidades e aos interesses como educadores. (LANKSHEAR e KNOBEL, 2004, p. 17)

As SDs são desenhadas no nível micro, isto é, como uma seção específica de conteúdos curriculares e tradicionalmente estudadas na pesquisa-ação (MÉHEUT e PSILLOS, 2004, p.515). A pesquisa-ação pode ser realizada com técnicas de pesquisa quantitativa, qualitativa ou mista, que combina as duas técnicas. O que vai determinar a técnica utilizada na pesquisa-ação é o objetivo da pesquisa empírica e a respectiva amostragem. Esta pesquisa-ação educacional tem uma abordagem qualitativa que enfatiza a coleta e análise de dados de modo narrativo e descritivo por parte de um pequeno grupo de estudantes.

Entre as obras básicas de pesquisa-ação, acham-se a vertente sociológica de Michel Thiollent de 1985 (THIOLLENT, 2009) e a vertente antropológica de René Barbier de 1977. Segundo Heikkinen, Kakkori e Huttunen (2001, p. 22): “parece existir uma situação multi-paradigmática entre os que fazem pesquisa-ação”; elas provavelmente são devidas “às distintas orientações que foram surgindo” para a pesquisa-ação (TRIPP, 2005, p. 445).

Adequada aos objetivos de criar, validar e aplicar uma sequência didática, esta pesquisa seguiu a ótica de Thiollent (2009), porque na área da pesquisa educacional, segundo o autor, existe uma tradição da pesquisa participativa e da pesquisa-ação em matéria de formação de adultos e educação popular (THIOLLENT, 2009, p. 75). Isso abre a possibilidade de diálogo desta pesquisa empírica com outras desenvolvidas de modo semelhante e no mesmo segmento de ensino.

Além disso, de um modo geral, a pesquisa-ação realizada pelo professor é feita por ele e para ele. Segundo Thiollent, a pesquisa-ação vai além, configurando-se como autêntica pesquisa científica. O autor considera a pesquisa-ação como um tipo de pesquisa-participante que visa identificar problemas e buscar soluções através de um planejamento próprio que:

[...]consiste em acoplar pesquisa e ação em um processo no qual os atores implicados participam, junto com os pesquisadores, para chegarem interativamente a elucidar a realidade em que estão inseridos, identificando problemas coletivos, buscando e experimentando soluções em situações reais. (THIOLLENT, 2009, p.2)

Ele aponta ainda o seu caráter principal, qual seja, o de ser interrogativo-crítico, isto é, o pesquisador deve conduzir os atores a formular perguntas sobre a situação que vivem. Neste tipo de pesquisa, a avaliação dos resultados tem grande importância, uma vez que a proposta é a de buscar o real entendimento dos problemas, e não apenas as médias matemáticas. Se for necessário, diz o autor, deve-se aprofundar em cada um dos problemas encontrados até se encontrar a solução.

Thiollent (2009) considera que a pesquisa-ação seja uma proposta metodológica que se distancia do modelo clássico de fazer pesquisa, em que o pesquisador apenas observa (há uma separação do pesquisador-objeto e dos pesquisados). Na pesquisa-ação, o pesquisador participa ativamente (professor-pesquisador) e deverá estar preparado para trabalhar a questão da subjetividade (tanto a própria quanto a dos sujeitos):

Na pesquisa-ação os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas [...] a especificidade que consiste em organizar a investigação em torno da concepção, do desenrolar e da avaliação de uma ação planejada [...] com os cuidados necessários para que haja reciprocidade por parte das pessoas e grupos implicados nesta situação. (THIOLLENT, 2009, p.17 e 18)

A pesquisa-ação pode dar origem a um ciclo de investigação: ação-reflexão-ação. E com isso, constitui-se na busca do aprimoramento da prática em sala de aula por meio de duas questões: o que funcionou e o que não funcionou, e em que medida a própria pesquisa foi útil e adequada. Esse entendimento de pesquisa-ação mostra o seu caráter iterativo, corrente e repetitivo, ou seja, o que se alcançou num dado ciclo fornece o ponto de partida para o ciclo seguinte.

4.4.2 As orientações éticas

Manter padrões éticos na pesquisa-ação é de responsabilidade do professor-pesquisador. Assim, esta professora-pesquisadora procurou antecipar questões éticas que pudessem surgir antes, durante e depois da realização desta pesquisa.

Para a realização de suas tarefas como pesquisadora, foram consultadas e seguidas as orientações contidas nas seguintes fontes de informação: o **Código de Boas Práticas Científicas**, publicado em 2014 pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP); o **Código de Ética da Universidade de São Paulo**, publicado em 2012 (USP-2012).

O **Código de Boas Práticas Científicas** entende que:

[...] Partindo-se do princípio de que as questões de integridade ética da pesquisa devem ser objeto de autorregulação e autocontrole por parte da comunidade científica, sua codificação pretende auxiliar os pesquisadores a responder, em situações particulares, às seguintes questões. Como devo conduzir minhas atividades de pesquisa para que delas resulte a melhor contribuição à ciência? Como devo me conduzir em relação a outros pesquisadores para que a comunidade científica funcione e se reproduza da melhor maneira? (FAPESP, p. 17-18)

O **Código de Ética da Universidade de São Paulo** dedica o capítulo II, Art. 27 ao exercício da pesquisa. Para esta pesquisa destacou-se o inciso VII:

[...] VII - tratando-se de pesquisa envolvendo pessoas, individuais ou coletivas, são respeitados os princípios estabelecidos nas declarações e convenções sobre Direitos Humanos, na Constituição Federal e na legislação específica. (USP, 2012, p. 18)

Deste modo, esta pesquisa foi cadastrada no sistema Plataforma Brasil, instituído pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). Ela passou pela avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, tendo recebido parecer consubstanciado favorável à execução da pesquisa (APÊNDICE A- Parecer do Comitê de Ética do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo – março/2015).

Interessam ainda, mais de perto, as preocupações éticas da professora-pesquisadora em relação aos pesquisados. Primeiro, em relação ao consentimento informado dos pesquisados. O consentimento informado garante que os participantes entrem na pesquisa por sua livre e

espontânea vontade e com uma compreensão do estudo a ser realizado. Além disso, que autorizem a gravação em vídeo, áudio ou fotografias e o uso desses artefatos nas apresentações públicas dos resultados da pesquisa, por exemplo, na defesa da tese, em conferências etc.

Em segundo lugar, para Mills (2014, p. 32), os riscos de uma pesquisa para os estudantes estão relacionados à questão da confidencialidade. A confidencialidade visa protegê-los de constrangimentos, de modo que não é ético coletar informações de participantes ou realizar observações sem o seu conhecimento e autorização. Para isso, o pesquisador deve garantir também o anonimato das participações em todas as instâncias da divulgação dos resultados da pesquisa. Isto pode ser feito com o uso de pseudônimos ou com o primeiro nome de cada estudante, como foi feito nesta pesquisa.

Simultaneamente, o pesquisador tem que fornecer recursos pelos quais os dados levantados em sua pesquisa possam ser conferidos por outros pesquisadores.

Uma terceira preocupação, que é minimizada ao se passar um projeto por um Comitê de Ética, é com a questão da descontinuidade de coleta de dados (MILLS, 2014, p. 34). Por exemplo, o que fazer quando um dos pesquisados solicita que determinada informação não seja gravada em áudio, mesmo tendo dado sua autorização no início da pesquisa. Naturalmente, esses casos levaram à exclusão da informação na amostragem desta pesquisa.

O Comitê também pode nortear a tomada de decisões éticas que estejam baseadas apenas nas convicções do próprio professor-pesquisador (MILLS, 2014, p. 34). Por exemplo, existem princípios éticos que são valorizados socialmente como os de processos democráticos, de justiça social, de igualdade e de emancipação, que podem ditar os princípios éticos do pesquisador durante a realização da pesquisa (MILLS, 2014, p. 36).

Finalmente, assegurar a precisão dos dados deve ser uma preocupação central na pesquisa-ação, porque não é ético e nem científico forjar dados para subsidiar uma crença ou valor pessoal (MILLS, 2014, p. 36).

5 Metodologia

5.1 O contexto da pesquisa

O contexto didático é fundamental para o desenho dos processos de ensino e aprendizagem, porque esses últimos serão aplicados para alunos historicamente colocados, ou seja, com um certo perfil, num dado ambiente, num certo tempo, com certos recursos materiais e humanos disponíveis.

Os objetivos didáticos da SD foram estabelecidos em consonância com o contexto desta pesquisa, ou seja, de acordo com as metas da EJA da Rede Municipal de São Paulo e as do Projeto Político Pedagógico (PPP) de 2014 da Escola Municipal de Ensino Fundamental Brasil-Japão (APÊNDICE B – Projeto Político Pedagógico da EMEF Brasil-Japão de 2014), e com as características das comunidades que a frequentam, a infraestrutura e os materiais disponíveis, bem como com o perfil dos alunos e especificamente da turma onde se deu a aplicação da SD.

5.1.1 A EJA na Rede Municipal de Ensino de São Paulo

A Rede Municipal de Ensino passou por vários momentos de reorganização curricular (destacando-se as dos anos de 1955, 1981, 1991, 1992 e o de 2007). Em 2013, a Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (SME/SP) lançou o Programa de Reorganização Curricular e Administrativa, Ampliação e Fortalecimento da Rede Municipal de Ensino – Mais Educação São Paulo. O Programa Mais Educação passou por ampla divulgação via Portal da Secretaria Municipal de Educação, via discussões realizadas em conferências e reuniões promovidas pelas Diretorias Regionais de Educação, outras realizadas na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, e ainda por diversas Unidades Educacionais, que envolveu diretamente suas comunidades, o uso dos recursos transmidiáticos, gerando grupos de discussão em redes sociais, de acordo com orientação visando participação democrática da sociedade. A seguir, a SME/SP deu início ao lançamento de uma série de Decretos e Portarias para a denominada Reorganização Curricular e Administrativa.

A intervenção pedagógica desta pesquisa foi implementada nesse contexto histórico. Neste capítulo, são destacados apenas os aspectos mais importantes para a docência e/ou para a discência da EJA na Reorganização Curricular que se desenrolou à época.

Cinco são as atuais formas de atendimento para jovens e adultos oferecidas na Rede Municipal são: EJA – Noturno; EJA – Modular; MOVA – Movimento de Alfabetização; CIEJA - Centro Integrado de Educação de Jovens e Adultos e CMCT – Centro Municipal de Capacitação e Treinamento.

A pesquisa aqui apresentada foi desenvolvida na modalidade EJA-noturno que está contextualizada a seguir como descrito no Portal da Secretaria Municipal de Educação:

EJA Noturno - É [a modalidade] oferecida nas EMEFs - Escolas Municipais de Ensino Fundamental-, EMEFMs - Escolas Municipais de Ensino Fundamental e Médio - e EMEBs - Escolas Municipais de Educação Bilíngue para Surdos, tem como objetivo ampliar as oportunidades de acesso à educação e de conclusão do Ensino Fundamental e é oferecida no período noturno, das 19h00 às 23h00 horas.

O curso é presencial, tem duração de 4 anos e está dividido em quatro Etapas: Etapa Alfabetização (2 semestres), Etapa Básica (2 semestres), Etapa Complementar (2 semestres) e Etapa Final (2 semestres). Cada etapa tem duração de 200 dias letivos. Os jovens e adultos que desejarem se matricular ou que quiserem indicar pessoas aos cursos devem procurar as Escolas Municipais mais próximas de seu interesse, fazer cadastro e efetivar matrícula. (PORTAL SME, 2016)

Esta pesquisa foi desenvolvida mais precisamente na Etapa Complementar I, que se pode dizer correspondente do 6º ano do ensino regular, quando ocorre o primeiro contato dos alunos com professores especialistas nas diferentes áreas do currículo: Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, Geografia, História, Artes e Inglês. As aulas no Laboratório de Informática Educativa e na Sala de Leitura programada para as diferentes Etapas da EJA são ministradas em docência compartilhada com o profissional de educação designado para a função.

O capítulo 5 do caderno de **Orientações Curriculares para EJA** da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) (SME, 2010) traz algumas recomendações sobre a ação pedagógica para o ensino de ciências. São apresentadas a seguir, as recomendações que foram seguidas e articuladas com o desenho da SD, juntamente com o Projeto Político Pedagógico (PPP) da Escola Brasil-Japão. Precisa ser esclarecido que os documentos de reorganização curricular ainda estavam sendo preparados pela Secretaria Municipal de Educação.

Em seção intitulada “Sobre a abordagem dos assuntos”, as **Orientações Curriculares para EJA** destacam a importância do PPP e do cenário de aplicação da SD para o professor:

Não é demais reforçar que, antes de iniciar qualquer ação, será bastante proveitoso que o professor invista parte de seu tempo na leitura do projeto pedagógico da escola em que leciona. Certamente não será uma leitura vazia. Lá encontrará, além das possibilidades de conexão entre suas idéias e as aspirações da escola, um valioso instrumento que permite conhecer um pouco da realidade imediata em que trabalha. Tendo noção do cenário, será mais fácil, empregar energias na elaboração de sequências didáticas

apropriadas e personalizadas, segundo o perfil da escola. (PMSP/SME, 2010, pg. 38)

A importância de oferecer ao aluno outras realidades no tempo e no espaço, e a visão de ciências que se almeja tanto para o professor quanto para seus alunos, estão na seção intitulada “Sobre o ensino contextualizado”:

Não se trata, contudo, de permanecer restrito às vivências do dia a dia e à realidade do entorno. Existe, de certo modo, a interpretação equivocada de que trabalhar com a realidade do aluno e seu contexto seja trabalhar apenas com o que é próximo, imediato. É preciso que, a partir da realidade localizada, o aluno seja levado a conhecer e, tanto quanto possível, experimentar, outras realidades ampliando, dessa forma, suas perspectivas e seu repertório de conhecimentos.

[...] Primeiro, porque vivemos um período no qual somos rodeados por aparatos tecnológicos, expostos continuamente a novidades advindas do universo científico. O ambiente que nos cerca favorece o levantamento de dúvidas e de questões acerca da Ciência.

Segundo, porque todas essas descobertas e novidades trazem à luz discussões de cunho ético, moral e comportamental que reclamam por posicionamento de qualquer um de nós. Assim, a Ciência pode ser apresentada não como a entidade provedora de respostas a todas as dúvidas – visão que predomina no senso comum, mas como fornecedora de conjunto de normas, procedimentos, e, sobretudo, de consensos, que fornece explicações alicerçadas em evidências e dados, pelos quais um indivíduo pode pautar suas decisões. (PMSP/SME, 2010, pg. 40)

A vivência e a aplicação das etapas da investigação científica estão descritas no item “Atitudes e habilidades”:

O chamado “método científico” (que, de fato, não é um, são múltiplos) pressupõe que, a partir de uma idéia, proceda-se à observação criteriosa de fatos e fenômenos; sejam propostas possibilidades de explicação (hipóteses); e haja análise crítica das circunstâncias e ideias, antes da elaboração de uma explicação possível e da emissão de uma opinião, um juízo. Esses mesmos procedimentos podem ser assimilados e transpostos para os estudantes como atitude e comportamento a ser desenvolvido também no seu cotidiano.

O professor de Ciências pode desenvolver, no aluno, a postura “científica” diante da vida; não a simples aceitação de fatos e de eventos, mas o **posicionamento crítico e investigativo** frente a tudo isso.

O estudante deve ser levado a vivenciar que ações como **levantamento de questões, experimentação, análise dos fatos e das evidências, proposição de explicações e avaliação de resultados** podem – e devem – fazer parte de seu cotidiano, em situações que vão além do universo das Ciências.

Com isso, o professor colabora com a formação de um indivíduo cientificamente letrado, crítico, criativo, e com participação na tomada de decisões.(PMSP/SME, 2010, pg. 40, grifo nosso)

Atendendo a esses parâmetros, a SD aqui desenvolvida foi construída com base na abordagem de aprendizagem por resolução de problemas. Sobre como deve ser o desenvolvimento do conteúdo de ciências, na seção “Do desenvolvimento do conteúdo”, lê-se:

Quanto aos conteúdos, é o momento de trabalhar conceitos que incluam processos e fenômenos de cunho amplo e geral. **Evolução dos seres vivos**, caracterização de biomas e ecossistemas, epidemias, saúde pública são todos temas compatíveis com esse momento de formação. A Ciência deve ser compreendida como construção humana e, portanto, como produção da qual o estudante toma parte ou cujos códigos e senhas pode dominar. Essa Ciência não é, portanto, a-histórica ou desprovida de interesses, sendo resultado de um tempo e do meio que a produziu. Ao final, o estudante deve estar apto a realizar com naturalidade as operações básicas da produção científica: observar, comparar fatos e/ou fenômenos, analisar, buscar uma síntese e, a partir dela, avaliar, emitir um julgamento.(PMSP/SME, 2010, pg. 45, grifo nosso)

A passagem indica o realce dado pelas orientações curriculares da Diretoria de Orientação Técnica da Educação de Jovens e Adultos (DOT-EJA) da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (SME/SP) ao ensino de evolução – representando, inclusive, um avanço em relação à Proposta Curricular do MEC (2002), discutida anteriormente. Com base na importância do tema da evolução no ensino de ciências e de sua independência em relação ao ensino de genética, a SD desta pesquisa desenvolveu um episódio histórico voltado para o ensino de alguns conceitos da teoria evolutiva (seleção natural e origem da diversidade biológica).

5.1.2 A professora-pesquisadora

Ao estilo preconizado pela “história de vida” de Antonio Nóvoa, a professora-pesquisadora se identificou como um profissional na fase de diversificação da carreira. Essa perspectiva é de fato caracterizada por Huberman: “... após uma primeira vivência das atividades de sala de aula, e da profissão em geral, o professor parte em busca de novos desafios.” (HUBERMAN, 2013, p. 42). E ainda: “...trata-se, em termos não muito precisos, do ‘meio da carreira’, um período que se situa, globalmente, entre os 35 e os 50 anos, ou entre o 15º e 25º anos de ensino.” (2013, p. 43).

Procurando atender à reflexão sugerida por Nóvoa, para compreender o que embasava a prática docente e, de certo modo, determinava as opções epistemológicas e metodológicas desta pesquisa, a professora-pesquisadora promoveu uma reflexão escrita sobre sua identidade profissional, no segundo semestre de 2013, que se apresenta a seguir:

Eu, Gerda Maisa Jensen, trabalho na EMEF Brasil Japão desde 1993 e no ensino municipal desde 1986. Inicialmente como professora de Ciências no Ensino Regular Fundamental II e, atualmente, como professora do EJA Regular.

Sou formada com bacharelado e licenciatura curta e plena pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP) desde 1980, tendo feito mestrado em História da Ciência pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

Estou aposentada na rede privada de ensino desde 2009, onde trabalhei com diferentes segmentos, Fundamental II, Ensino Médio Regular e com Jovens e Adultos. Realizei trabalho de formação de professores de Jovens e Adultos pela ONG Ação Educativa e em várias secretarias inclusive na Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (SME-SP). Participei da elaboração da obra *Viver, Aprender sempre tentando articular as teorias aprendidas com minha prática/experiência*.

Fui muito sensibilizada pelos movimentos e pelas “novas pedagogias” (Montessori, Freinet, Paulo Freire, Vigotski. e outras). Devido a essas leituras, eu aceitei o desafio proposto pela orientadora desta pesquisa, de introduzir episódios de História da Biologia no ensino de ciências por meio de estratégias inovadoras.

A orientadora estava criando para mim, depois de tantos anos de trabalho docente, novas condições para estar e ser professora. Ela me fez ver que sou o mestre que está lá, mas, também sou o mestre que não está lá, porque estamos num caminhar e eu caminho ao lado dos estudantes, dos colegas, dos gestores e da comunidade num momento histórico dado.

A pesquisa empírica aqui apresentada pretendeu mostrar o meu esforço para me manter atualizada num mundo galopante de construção de conhecimento e um pensar fundamentado das situações relativas à educação/formação de jovens, adultos e idosos para o desenvolvimento de uma sociedade que se educa de modo permanente e ao longo da vida. Utilizando um recorte possível do conhecimento universalmente acumulado com um estudo de caso da história da ciência e introduzindo também aspectos da natureza da ciência que contribuam com o aprendizado de ciências naturais, especificamente para o ensino da evolução biológica.

Então, ao longo de toda ação-reflexão-ação diante da complexidade do ato de ensinar/aprender, eu procurei deixar no meu texto, rastros, pistas e perspectivas que ajudem a alertar para os problemas e a melhorar as intervenções no campo do ensino de ciências para Jovens, Adultos e Idosos. (Depoimento de Gerda Maisa Jensen, 2013).

5.1.3 As comunidades no entorno da escola

A grande maioria dos alunos da Escola Brasil-Japão reside na favela do Sapé que ocupa uma área de 121 mil metros quadrados situada à Rua Doutor Paulo Carvalho Ferreira nº 94, região do Rio Pequeno, Jardim Sarah, Bairro do Butantã, zona Oeste da cidade de São Paulo.

Figura 18. Imagens do córrego do Sapé antes da reurbanização (2010).

A favela do Sapé fica próxima à escola, e os seus moradores vivem em alojamentos e condomínios populares ou em casas localizadas no entorno escolar. A partir do ano de 2010, a escola teve uma queda no número de alunos matriculados devido à transferência de mais ou menos duas mil famílias para outras moradias da região, a fim de se realizar a recuperação do córrego do Sapé. As famílias começaram a retornar em 2015.

Figura 19. Foto aérea depois da retirada das famílias.

Alguns alunos são provenientes de outras comunidades da região, tal como a Favela Ponta da Praia, que tem 250 famílias e fica situada na Rua Paulo Augusto Signore, ocupando terreno com área aproximada de 14 mil m², onde se inserem aproximadamente

300 imóveis. Desde 2012, eles sofrem com a ameaça de reintegração de posse. Dois anos depois, em 2014, um incêndio destruiu alguns barracos na mesma favela:

Figura 20. Incêndio na favela Avenida Politécnica. Fonte: Aloisio Mauricio/ Brazil Photo Press/ Estadão Conteúdo

5.1.4 A escola Brasil-Japão

A escolha da Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEF) Brasil-Japão baseou-se no fato de ser uma escola que possui EJA-noturno. E, também, pelo fato da professora nela ministrar aulas há mais de 20 anos, tendo aceitação considerada muito boa na comunidade e, assim, não constituindo um elemento novo na sala de aula. “A qualidade do trabalho de campo passa pelo estabelecimento de relações [...] (BOGDAN E BIKLEN, 1994, p 114).

A escolha do segmento EJA fundamentou-se na importância deste público-alvo que é, segundo a UNESCO, o perfil de cerca de 43% da população mundial e também o perfil de boa parte da população brasileira.

A escola atende aos ensinos Fundamental I e II e ao Ensino de Jovens e Adultos (EJA-noturno), apresentando três turnos de funcionamento: manhã (7h às 12h), tarde (13h15 às 18h15) e noite (19 às 23h). Seu nome decorre de uma homenagem à primeira visita ao Brasil dos então príncipes japoneses Akihito (1933-) e Michiko (1934-).

Em 2015, ano em que se aplicou a SD desta pesquisa, estavam matriculados 1265 alunos, sendo que para o nível Complementar I da EJA, eram atendidos 85 estudantes em duas turmas. A presente pesquisa foi realizada com uma dessas turmas, contando com 40 alunos matriculados. A estrutura de recursos humanos conta com um cargo de direção, dois cargos de assistente de direção, dois cargos de orientadores pedagógicos, professores auxiliar

técnico de educação (ATE). Conta ainda com um secretário e com professores readaptados por diferentes motivos, que auxiliam a equipe gestora na rotina da escola. A merenda, a limpeza e o serviço de vigilância são realizados por empresas terceirizadas.

A escola Brasil-Japão foi criada conforme o artigo 18 da Lei nº 5607 de 03 de Junho de 1959, publicada em Diário Oficial de 24 de janeiro de 1967, com o nome de Escolas Agrupadas do Rio Pequeno e inaugurada pelo Prefeito Brigadeiro José Faria Lima (1909-1969).

O prédio está situado numa praça sobre um terreno plano, levemente abaixo do nível da rua. Atualmente, o conjunto arquitetônico escolar compreende um prédio de três pisos, composto por: nove salas de aulas, sala de professores, sala de leitura, sala de informática, dois depósitos para material, copa para os funcionários, banheiros para alunos e funcionários, cozinha, refeitório, rádio comunitária, salas destinadas à secretaria e à administração (gestão) e um edifício anexo com cinco salas de aula, sendo uma em tamanho mais reduzido que o padrão, e com sanitários, inclusive para alunos com necessidades especiais. Como se pode ver nas figuras 23 a 27, na área externa, situam-se uma quadra poliesportiva coberta e amplos pátios, de piso em concreto, utilizados durante as aulas de educação física ou com fins recreativos. A área frontal do terreno da escola comporta um pequeno jardim e um estacionamento para os funcionários.

Figura 21. Fachada da escola EMEF Brasil Japão, maio de 2015. Fonte: foto feita pela professora-pesquisadora.

Figura 22. Pátio externo. Ao fundo, na árvore, entrada da horta maio de 2015. Fonte: foto feita pela professora-pesquisadora.

Figura 23. A quadra coberta, parte do espaço de prática de esportes e brincadeiras, maio de 2015. Fonte: foto feita pela professora-pesquisadora.

Figura 24. O espaço de brincadeiras. Fonte: foto feita pela professora-pesquisadora.

Figura 25. Pátio externo com a árvore mangueira, em frente a horta. Fonte: foto feita pela professora-pesquisadora.

Figura 26. Entrada para o pátio interno a partir do pátio externo. Fonte: foto feita pela professora-pesquisadora

Figura 27. O pátio interno, refeitório, com cozinha e banheiros ao fundo. Bebedouro à direita. Espaço utilizado para eventos como teatro, cinema e apresentações diversas. Fonte: foto feita pela professora-pesquisadora.

Figura 28. Parte da praça, em frente a escola, que se torna um local ermo durante o período noturno. Fonte: foto feita pela professora-pesquisadora.

5.1.5 O perfil dos alunos

O perfil dos alunos foi construído manipulando-se três fontes de informação: o PPP da EMEF do ano de 2014; a análise dos históricos escolares dessa turma e da vivência da professora-pesquisadora com os alunos.

Os aprendizes são, em sua maioria, migrantes ou descendentes deles, condição que, muitas vezes, os leva a uma grande rotatividade de endereço de moradia.

Como caracterizado no Projeto Político Pedagógico de 2014, os alunos da escola pertencem, grosso modo, a camadas sociais de baixa renda e de alta vulnerabilidade social, nas quais se observam problemas relacionados ao desemprego, alcoolismo, drogas, violência doméstica e abandono. Muitas das famílias são chefiadas por mulheres, que não contam com qualquer ajuda, quer financeira ou pessoal, dos pais das crianças.

A maioria dos alunos da EJA é composta por migrantes que atualmente exercem atividades profissionais ligadas ao comércio e aos serviços. São empregadas domésticas, diaristas, balconistas, motoristas de lotação, cobradores de ônibus, vigias, zeladores, controladores de acesso, pintores de parede, auxiliares de estoque, ajudantes de cozinha, garçons, costureiras, overloquistas, pedreiros, ajudantes de pedreiros, moto boys, lavadores de carro, vendedores ambulantes, feirantes, etc.

Os adultos são provenientes de áreas rurais empobrecidas, com uma passagem curta e não sistemática pela escola, por vezes marcadas pelo fracasso escolar.

Aos trabalhadores não qualificados, juntam-se jovens excluídos da escola regular ou em conflito com a lei, e outros jovens já mais envolvidos em atividades de trabalho e/ou lazer relacionadas a uma sociedade letrada e escolarizada.

A diversidade dos estudantes possibilita uma troca de experiências significativas entre as gerações (ensino intergeracional), contribuindo para a formação cultural, social e ética. Por outro lado, dificulta a escolha de uma teoria de aprendizagem voltada unicamente a uma das etapas da vida.

Como assinalado, o Projeto Político Pedagógico (PPP) de 2014 orientou o início das atividades, enquanto o de 2015 estava sendo preparado.

5.1.6 A turma: 3º A /Etapa Complementar I

A opção por essa turma deveu-se a se encontrarem nela alunos com pouca escolarização anterior, havendo mais espontaneidade nas relações feitas por eles e o que estavam conhecendo na escola, na forma de conteúdos disciplinares específicos. Deste modo, com a introdução da história da ciência, os resultados da sala de aula poderiam fornecer uma análise mais abrangente sobre a maneira como essa ferramenta interfere no aprendizado de

ciências. E, por consequência, trazer reflexões sobre como dar continuidade à aplicação da história da ciência como ferramenta para o ensino de ciências de jovens e adultos nas séries mais avançadas. Este foi apenas um recorte dentro do universo da educação de jovens e adultos.

Outro motivo que direcionou a escolha foi o fato de estar em contato diário com a maioria dos estudantes e de me encontrar com os seus professores para troca de ideias e informações. Desse modo, a rotina tornou-se mais clara para o entendimento das suas dificuldades.

Os estudantes com os quais se desenvolveu esta pesquisa, são migrantes da região Nordeste e Sudeste do Brasil e moraram parte de suas vidas na área rural, cuja atividade era basicamente agrícola. Eles são oriundos das comunidades da região da periferia da cidade de São Paulo, divisa com os municípios de Osasco e Cotia, principalmente as comunidades do Sapé, da Ponta da Praia e da São Remo. O perfil é compatível com o descrito no Projeto Político Pedagógico da escola de 2014. Suas idades variam entre 15 e 73 anos. Outros são descendentes de migrantes, jovens excluídos do ensino regular por diferentes motivos ou que estão em conflito com a lei. Há também alunos de inclusão, e um deles é aluno migrante estrangeiro (colombiano). Eles possuem histórico de pouca escolarização e de descontinuidade de estudos. A maioria teve o primeiro contato com professores especialistas de todas as áreas do conhecimento. Uma ocorrência regular é a entrada e saída de alunos durante o curso. Outra ocorrência regular é ter a matrícula feita e não frequentar a escola, em geral, por motivo de trabalho.

Na lista inicial de 20 de fevereiro, estavam matriculados 40 alunos; na lista final estavam matriculados 45 alunos. Para elaborar o Quadro 8 foram analisados 42 históricos escolares; faltavam alguns históricos de alunos transferidos de outros estados, e em muitos históricos faltavam diferentes tipos de informações.

As aulas foram frequentadas em média por 23 alunos. Mas não eram sempre os mesmos estudantes. Todos os dados recolhidos foram considerados para análise. No Conselho de Classe Final, foram aprovados, por frequência e nota, 16 alunos e pelo Conselho, 3 alunos.

Quadro 8. O grupo-classe

nome	data nasc.	UF	5ª. ano pela primeira vez	Outros
Amauricio	18/07/91	PE	2009	5 anos parado
Carlos	27/01/00	BA		
Cesar	08/11/89	AI	2008	6 anos parado
Cris	22/03/97	RJ	2012	não compareceu em 2015
Cintia	09/02/200	SP	2011	4 anos parada
Davi	29/02/2000	SP	2014	
Edileuza	24/02/71	BA	2013	2 anos parada; 2010 o 1º. ano EJA
Ellen	24/02/71			2010 a 2012 no 2º. ano; 2013 a 2014 3º. ano EJA
Edson	19/11/76	PE	2015	1º. Ano EJA em 2011
Givana	27/06/83	AL	2015	
Herberth	13/12/97	MG	2010	5 anos parado; 1º. ano EJA em 2005
Iraci	14/08/41	MG	2014 e 2015	
Jair	07/08/64	BA	2015	1º ano EJA em 2011
João	22/11/72	BA	2015	1º ano EJA em 2011
Jose	08/11/81	BA		1º. ano em 1990; 20 anos parado
Julia	16/11/64	BA		1º. ano EJA em 2013
Luci	07/10/97		2010	1º ano EJA em 2005; 3 anos parada
Maria	20/12/68	MA	Classif . 2015	7º ano em 1997
Maya	20/08/97	SP		6º ano em 2015
Meire	19/11/75	BA		1º. ano em 1987; 2º ano 1988; 3º ano 1990; 4º ano EJA em 2015
Mel	11/03/94	SP		1º a 4º ano 2002 a 2005; 9 anos parada
Mos	09/01/84	MG		1º. ano EJA 2007; 1º ano EJA 2011; inclusão
Ray	05/04/98	SP	2012	2 anos parado
Rays	24/03/2000	BA	2015	3º ano em 2010; 2º ano EJA em 2014
Ricky	30/07/80	SP	2015	1º ano EJA 2010
Rose	12/12/75	MG	2015	1º ano EJA 2007; 2º ano 2014; 6 anos parada
Jonas	02/05/92	AL	2015	4º ano 2004; 10 anos parado
Edna	03/07/69	BA		4º ano concluído em 2011; 3 anos parada
Bruna	11/09/95	SP	2014	2014 no módulo III EJA que corresponde ao 5º e 6º ano.
Gilda	04/07/67	BA	2011	3 anos parada
Jorge	29/11/59	AL	2015	
Josue	10/01/69	PE	2015	3º ano em 2009
Maris	04/08/73	BA	2015	Prova de classificação
Rafaela	31/05/99	BA		1º ano em 2008
Jonata	01/03/97	SP	2010	1º ano 2004; retido no 4º ano.
Valmir	18/02/50	BA	2015	Prova de classificação

Em certo momento da aplicação da SD, com 11 estudantes presentes em sala de aula, eles revelaram suas religiões: dois alunos se identificaram como católicos apostólicos romanos praticantes; cinco como evangélicos praticantes; dois ateus; dois disseram “não sei”. Os alunos evangélicos fizeram questão de identificar os nomes das igrejas a que se ligam: Congregação Cristã no Brasil; Igreja do Poder de Deus; Igreja Videira; Igreja Universal Crítica; e Igreja da Paz e Plenitude.

Figura 30- Alunos da Etapa Complementar I – turma A em atividade. Fonte: foto feita pela professora-pesquisadora.

5.2 Considerações sobre a elaboração da Sequência Didática

Algumas considerações sobre o planejamento da SD já foram apontadas nas justificativas para as escolhas teóricas que a fundamentaram. Planejamento vem de planejar, e planejar é pensar.

As ideias iniciais da tese surgiram ao término do mestrado em História da Ciência, em 2008. A temática do mestrado versou sobre as explicações dadas pelos naturalistas do século XVIII sobre o fenômeno da dor e entorpecimento causado por certos peixes nas presas e nas mãos de quem os tocava. Uma das explicações que foi ganhando força no final do século XVIII e início do século XIX, juntamente com os estudos acerca da eletricidade, seria a de que o fenômeno pudesse ser de natureza elétrica. As discussões sobre se a natureza do fenômeno dos peixes era elétrica estavam ocorrendo num contexto de ideias transformistas.

Por meio do professor Dr. Roberto de Andrade Martins, veio às mãos da professora-pesquisadora o texto de Saint-Hilaire apresentado na parte I, capítulo 3 desta tese. Nessa publicação, o autor comparou os órgãos elétricos de três tipos diferentes de peixes.

Essa leitura promoveu a seguinte reflexão da professora-pesquisadora: como os estudiosos do século XIX explicavam a origem dos órgãos elétricos em peixes de diferentes grupos taxonômicos num universo onde conviviam ideias fixistas, criacionista, como vimos em Lamarck e de transformação das espécies?

Quando se pensa em construir uma prática, ocorre a busca de subsídios teóricos e práticos, a troca de ideias e a tomada de decisões. O primeiro esboço de uma SD para esta pesquisa foi elaborado para o Ensino Médio e envolvia a temática dos três capítulos da parte I da tese: o fenômeno dos peixes e suas explicações, as ideias transformistas e a origem dos

órgãos elétricos. As escolhas não são definitivas; elas podem ser ampliadas, recontextualizadas com leituras, mudadas devido a novos estudos ou experiências de vida.

Considerando a formação da professora-pesquisadora em História da Ciência e a sua prática com a EJA, uma sugestão da qualificação e do grupo de pesquisa em história da biologia e ensino do Instituto de Biociências da USP, e aceita pela professora-pesquisadora, foi a mudança do público-alvo.

A professora-pesquisadora elaborou uma nova SD para o público da EJA, baseada ainda nos três capítulos da parte I da tese. Após a aplicação da versão preliminar, como piloto, para séries mais adiantadas da EJA, foi constatado que o tema do capítulo 2 (parte I), que se refere às ideias transformistas, foi considerado “muito difícil” e “chato” pelos estudantes. Eles chegavam mesmo a atrasar para as primeiras aulas ou sair antes quando eram as últimas aulas. Assim, mudou-se o planejamento, considerando apenas os capítulos 1 e 3 da parte I desta tese.

Para a elaboração da sequência didática, tanto na sua primeira versão para o Ensino Médio, quanto nas versões para EJA, foi utilizado o modelo do Losango Didático proposto por Méheut e Psillos apresentado no capítulo 4.

No planejamento da sequência didática, efetivamente aplicada, foram consideradas as três dimensões sugeridas por Méheut (2005): a dimensão epistemológica, onde foram analisados os conteúdos de ciência a serem aprendidos, os problemas que eles podem resolver e a sua gênese histórica; a dimensão psico-cognitiva, onde foram analisadas as diferentes características cognitivas dos estudantes (grupo intergeracional); e a dimensão didática, que analisou as restrições educacionais como as orientações curriculares para EJA da Rede Municipal de São Paulo, que estava num contexto de reorientação; a organização da EJA na escola para atender a legislação; os componentes curriculares; o Projeto Político Pedagógico de 2014 da EMEF Brasil-Japão e o número de aulas de ciências na matriz curricular.

Foram considerados para o planejamento, o contexto escolar e os seguintes elementos didáticos:

O que ensinar, ou seja, os conteúdos e a sua sequenciação e integração: título; objetivos; questão problematizadora na perspectiva de Allchin 2013; seleção dos objetivos de conceitos de ciências, de história da ciência e de algumas características da ciência bem como das habilidades científicas a serem trabalhadas.

Como ensinar, ou seja, os recursos e as estratégias de ensino escolhidas (leituras de texto mediadas pela professora-pesquisadora, construção de texto coletivo; questionários com questões discursivas) objetivaram o desenvolvimento da competência leitora e escritora dos estudantes.

Quando ensinar, ou seja, a etapa em que os estudantes se encontram e os seus conhecimentos prévios; os instrumentos de avaliação diagnóstica; o número de aulas previsto e a etapa de ensino.

Quanto ao modelo de avaliação do processo educativo, a escola Brasil Japão segue a Portaria que propõe a avaliação contínua e cumulativa com o uso de instrumentos diversificados, dentre eles, as provas, trabalhos de pesquisas e atividades desenvolvidas dentro e fora da sala de aula, sintetizadas em um único instrumento, bimestralmente:

Seguindo as orientações da Nota Técnica no. 22 de 14 de outubro de 2014 e sua retificação de 30 de outubro do mesmo ano, na Educação de Jovens e Adultos e no Ensino Médio, a promoção dar-se-á ao final de cada semestre das Etapas da EJA, exceto nos primeiros semestres das Etapas de Alfabetização e Básica [...], mediante apuração da frequência nos termos da legislação em vigor e nota igual ou superior a 5,0 (cinco) em cada Componente Curricular; observando-se a prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos. Além disso, a verificação do rendimento escolar do aluno deverá, segundo seu Regimento Escolar, estar em consonância com a Proposta Político Pedagógica (PPP) da escola. Uma síntese avaliativa expressando o aproveitamento do aluno é fornecida bimestralmente aos pais ou responsáveis, após os Conselhos de Classe. Essa síntese avaliativa compõe-se de um registro para cada componente escolar, expresso por meio de notas de zero a dez. No caso da EJA, a síntese é realizada no meio e no final do semestre (PMSP/SME/DOT, 2014).

5.3 A validação da Sequência Didática

Foram feitas três validações *a priori* de acordo com Méheut e Psillos (2004). Uma primeira validação foi feita pelos membros do Grupo de Pesquisa em História da Biologia e Ensino (GPHBE) com a participação da orientadora, no final do primeiro semestre de 2014. Uma outra validação foi feita com a concordância unânime da equipe de professores de ciências e da EJA da EMEF Brasil Japão, em seu horário de trabalho coletivo, no começo do segundo de 2014. A terceira validação foi realizada novamente no Grupo de Pesquisa em História da Biologia e Ensino (GPHBE), no primeiro semestre de 2015.

A primeira validação *a priori* da sequência didática ocorreu em reunião no Laboratório de Licenciatura (LabLic) do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, no GHBE. Os integrantes do grupo de pesquisa são, em sua maioria, alunos de pós-graduação que realizam pesquisa na área da História e Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências e que, simultaneamente, são professores da educação básica da rede pública e/ou particular do estado

de São Paulo. O grupo contém ainda alguns estudantes de graduação interessados em desenvolver projetos de pesquisa na área.

Os integrantes fizeram, primeiramente, uma leitura integral da sequência didática e, posteriormente, expuseram suas críticas, seus comentários e sugestões. A reunião foi gravada em mídia de áudio digital. Essa gravação foi transcrita pela pesquisadora para que, então, pudesse ser relatada nas mudanças realizadas na SD.

A segunda validação *a priori* da SD foi feita em horário de jornada especial com a participação da pesquisadora e dos demais professores da Etapa Complementar I, dos professores da Etapa Inicial, dos professores de ciências, dos demais professores interessados e da coordenadora pedagógica. Foi realizada sob orientação da coordenadora pedagógica Priscila Munari Fontana e com a prévia autorização da diretora Vera Lúcia de Sá Cesarini (APÊNDICE C – Autorização da Direção da Escola Municipal de Ensino Fundamental Brasil-Japão). Esta validação também foi gravada em áudio digital e retomada para relato pela pesquisadora.

Foram feitas as modificações sugeridas nas duas validações. Em sua versão preliminar (piloto), finalizada no primeiro semestre de 2014, a SD foi aplicada para duas turmas mais avançadas da Etapa Complementar II no 2º semestre de 2014. Depois da aplicação da versão piloto, tendo em vista as dificuldades apresentadas pelos alunos, a SD foi novamente re-elaborada de modo a torná-la mais adequada para a Etapa Complementar I.

A terceira validação *a priori* foi feita pelo GPHBE, imediatamente antes da aplicação da SD no primeiro semestre de 2015.

5.4 A aplicação da SD

A aplicação da primeira versão (piloto) da SD (validada pelos demais professores com autorização da direção da escola), foi apresentada, discutida e aprovada em ata (APÊNDICE D- Ata do Conselho da EMEF Brasil-Japão) pelo Conselho Escolar. Na Prefeitura Municipal de São Paulo, o Conselho Escolar é a instância máxima da escola: um colegiado constituído pelo membro nato, que é a direção da escola, e por demais membros eleitos, para um mandato de um ano, como representantes, por paridade, de toda a comunidade escolar (professores, alunos, pais, gestores e auxiliares técnico administrativos). O Conselho Escolar tem caráter consultivo e deliberativo constituindo uma forma de gestão democrática dentro dos limites da legislação e da política pública vigente. Para obter acesso ao campo, no dia 17 de março de 2015, foi feita uma apresentação geral da proposta de pesquisa para a turma. Foram esclarecidas todas as dúvidas que versaram sobre como seriam os procedimentos, sobre a

participação voluntária e facultativa (poderiam se desligar quando quisessem) e que isto não afetaria sua avaliação no curso (BOGDAN e BIKLEN, 2010, p. 115; MILLS, 2014, p. 32).

A seguir, foi feita uma leitura mediada, e foi entregue aos alunos maiores de idade, o termo de consentimento (APÊNDICE E: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido/TCLE- para maiores de idade), solicitando por escrito o consentimento para que pudesse ser feita a coleta de dados em áudio, vídeo, fotos, dos materiais produzidos em sala de aula e dos questionários respondidos.

No caso dos alunos menores de idade, foram entregues dois documentos: o termo de consentimento para ciência e assinatura de seus pais ou responsáveis (APÊNDICE F: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido/TCLE-para menores de idade) e o termo de assentimento (APÊNDICE G: Termo de Assentimento/TA) a ser assinado pelo próprio estudante menor de idade.

Os TCLEs e TAs foram recolhidos depois de assinados e arquivados pela professora-pesquisadora. Os mesmos procedimentos foram feitos com os alunos que se matricularam ao longo do semestre.

Importante ressaltar que todos esses procedimentos também foram realizados com as turmas piloto. Quanto a isso, os TCLEs geraram pequenas, porém, importantes mudanças na redação, além da inclusão do TA para o caso dos menores de idade. Elas foram aprovadas pelo Comitê de Ética do IB-USP em 2015.

Na matriz curricular da escola, as aulas da 3ª Etapa A eram duplas, isto é, com duração de 90 minutos (uma hora e meia) às terças e quintas-feira.

Com as autorizações em mãos, no dia 19 de março de 2015, foi aplicada uma avaliação diagnóstica elaborada pela professora-pesquisadora sobre a concepção de ciência dos alunos. Os dados foram analisados e considerados para iniciar a SD.

Ainda para levantar as percepções dos alunos acerca do que é ciência e de suas características, no dia 19 de março de 2015, foi aplicado um pré-teste escolhido na literatura. Nesse ponto, um dado importante é que foi necessário adotar um critério para a escolha do pré-teste a ser aplicado na EJA, devido ao baixo letramento dos alunos.

O pré-teste selecionado da literatura foi o NOSLit (APÊNDICE H: NOSLit original), proposto por Carl J. Wenning (2008). As questões são de múltipla escolha, bastando assinalar com um (X) a melhor opção; elas cobrem variados aspectos da investigação científica, parecendo adequado para uma avaliação inicial da percepção dos estudantes, desse segmento de ensino, acerca de ciências.

O NOSLit foi traduzido pela professora-pesquisadora e adaptado para o segmento de ensino desta pesquisa. A adaptação consistiu na seleção das questões que avaliavam o mais próximo possível, as características da ciência mais estritamente relacionadas com a temática histórica em que se fundamenta a SD. Após a discussão do teste, as questões selecionadas já traduzidas e adaptadas foram validadas pelo GPHBE.

Imediatamente após a sua aplicação, os resultados dos pré-testes foram analisados pela professora-pesquisadora e incorporados no processo de ensino e aprendizagem como avaliação diagnóstica.

Ao final do primeiro bloco de aulas da SD, foi aplicado um outro teste para avaliar a percepção dos alunos acerca das mesmas CdC através da questão “O que é ciências (natural)?” Os resultados foram analisados imediatamente após a aplicação pela professora-pesquisadora, sendo incorporados como avaliação processual em relação à percepção inicial.

Ao final do primeiro bloco de aulas foi aplicada uma avaliação formativa, escrita e individual com a intenção de avaliar a percepção e diferenciação entre observação e inferência.

Ao final dos dois blocos de aula, foram criadas e aplicadas, quatro questões exploratórias a fim de sondar como se deu a construção (ou qual foi o grau de compreensão dos estudantes) do conceito seleção natural.

As questões exploratórias foram validadas pelo GPHBE. Devido ao perfil da EJA, optou-se por utilizar figuras. Foi solicitado, a todos os estudantes, a escrita das respostas, já que eles ansiavam por uma avaliação escrita; seu grande desafio. Simultaneamente, alguns alunos foram chamados, por amostragem, para uma entrevista estruturada.

Segundo SOUTHERLAND, SMITH e CUMMINS (2005), o professor-pesquisador pode utilizar as entrevistas estruturadas, cuidadosamente elaboradas e implementadas, a fim de sondar como se deu a aquisição acerca de um conceito ou de um grupo de conceitos pelos aprendizes.

Os mesmos autores recomendam que durante a entrevista, o professor utilize *probes* (sondas) ou questões exploratórias como, por exemplo, pedir que o aluno explique com suas próprias palavras o que compreendeu sobre o conceito; pedir que o aluno use de modo explícito o conceito a ser avaliado para resolver um problema ou para ser aplicado em uma situação nova. Recomendam ainda que o professor só interfira para ajudar o aluno entrevistado a expressar suas próprias ideias. As entrevistas foram gravadas em áudio para serem relatadas (Apêndice J). Para esses autores, o inconveniente do uso da entrevista estruturada, é a demanda de tempo para fazê-la individualmente. Assim, os autores sugerem

que se faça uma amostragem seletiva para que a entrevista estruturada se torne praticável. As questões de sondagem, o grau de compreensão esperado em cada questão e os resultados das entrevistas serão apresentados mais adiante.

5.5 Os instrumentos de coleta e análise de dados

1. Na investigação qualitativa, a fonte directa de dados é o ambiente natural, constituindo investigador o instrumento principal. (BOGDAN E BIKLEN, 2010, p. 47).

Nesta pesquisa qualitativa, o bloco de apontamentos da professora-pesquisadora foi o principal instrumento de coleta de dados ainda que tenha utilizado equipamento para gravação de vídeo e áudio (BOGDAN e BIKLEN, 2010, p. 47). Na investigação qualitativa em educação, o investigador comporta-se mais de acordo com o viajante que não planeja do que com aquele que o faz meticulosamente (2010, p. 83).

De acordo com Bogdan e Biklen, e conforme já descrito, a professora-pesquisadora “como viajante que quase não planeja a sua viagem”, adotou a abordagem objetiva que é “quando o investigador explícita os seus interesses e tenta que os sujeitos que vai estudar cooperem consigo” (BOGDAN e BIKLEN, 2010, p. 115), podendo entrar e sair quando quiserem.

A escolha dos dados a serem coletados considerou o público-alvo que, devido a sua história de recente de alfabetização (iniciada há quatro semestres no máximo), ainda estavam com um grau de letramento baixo. Nesse tipo de investigação, segundo BOGDAN e BIKLEN (2010, p. 119), parte do sucesso provém de não ser perturbador, de não interferir no que as pessoas geralmente fazem. Desse modo, logo foi percebido pela professora-pesquisadora que a gravação em áudio perturbava menos o andamento das atividades.

A câmera chamava a atenção dos demais alunos da escola, que ficavam observando na porta e interferindo no processo, ainda que não intencionalmente. Na aplicação do projeto piloto, a câmera filmadora chamou tanto a atenção que foi necessário interromper a SD para explicar o seu funcionamento para os estudantes. Por exemplo, uma das alunas fazia caretas em frente a câmera e corria para ver se tinha sido filmada ficando inconformada de não “se ver” imediatamente ao se postar do outro lado, do lado do observador.

Os dados coletados foram: a observação direta da professora-pesquisadora (pesquisa-participante); as notas de campo da professora-pesquisadora (Apêndice L), com anotações feitas de modo manuscrito em caderno e depois digitadas para relatos; os históricos escolares dos estudantes; a gravação em vídeo da primeira aula e as gravações em áudio das demais

aulas, que incluíram entrevistas do tipo semi-estruturada; transcrição das aulas e das entrevistas (Apêndice J); dois pré-testes; um pós-teste; os portfolios individuais contendo os registros escritos (resumos, pesquisas na internet, respostas de questionários) feitos pelos alunos; as respostas às questões exploratórias sobre o conceito de seleção natural.

Foram recolhidos dados de diferentes períodos do processo de aplicação da SD e de fontes variadas para serem triangulados. A triangulação dos dados tem dois objetivos principais: o de ter diferentes olhares para a questão de pesquisa e o de enriquecer a compreensão da professora-pesquisadora acerca da experimentação da SD. São as evidências fornecidas pelos dados triangulados que permitem o viés científico da pesquisa-ação.

Esta pesquisa encontrou, consagradas na literatura, três modalidades de análise de dados qualitativos como caminho de construção teórico-metodológica de base empírica: a análise de discurso, a análise hermenêutica-dialética e a análise de conteúdo. A análise de discurso trata da fala e seus contextos e o seu expoente mais importante é o filósofo francês Michel Pêcheux (1938- 1963). A análise hermenêutica-dialética proposta por Jürgen Habermas (1929-), filósofo alemão, no seu diálogo com Hans-Georg Gadamer (1900- 2002), se ocupa da “arte de compreender textos”. A expressão genérica “análise de conteúdo” designa o tipo de tratamento dos dados qualitativos de uma pesquisa empírica. A mais importante autora dessa modalidade é Lawrence Bardin. Para essa autora, a Análise de Conteúdo significa mais do que um procedimento técnico, porque se volta para um campo de aplicação muito vasto, o da comunicação (BARDIN, 2011, p. 37).

A análise do material recolhido durante o processo de experimentação, com esta sequência didática, foi pautada pela Análise de Conteúdo na perspectiva de Bardin, e buscou-se poder ser verificada e reproduzida por outro investigador (objetividade).

Bardin propõe dois objetivos para o tratamento dos dados qualitativos: responder às perguntas ou hipóteses e pressupostos; ultrapassar o olhar imediato e espontâneo em busca da compreensão de significações e de estruturas das quais *a priori* não se possuía compreensão (enriquecimento da leitura) (BARDIN, 2001, p. 35). Um aspecto metodológico a ser considerado, ligado à pesquisa-ação e à observação participante discutidos por BOGDAN e BIKLEN (2010), foi a tensão que se estabeleceu na tentativa de equilíbrio entre a participação e a observação por parte desta professora-pesquisadora, bem como, durante a condução do processo de investigação, e dos estudantes, que também se deram em contextos educativos em conflito.

6 A Sequência Didática

A Sequência Didática elaborada nesta pesquisa é composta por dois blocos de aulas: o primeiro com oito aulas (16 horas-aula de 45 minutos cada) e relacionado ao capítulo um desta tese. O segundo com sete aulas (14 horas-aula de 45 minutos) e relacionado ao capítulo três desta tese, conforme descrição à seguir.

O bloco intermediário de aulas, relacionado com a análise histórica do capítulo 2 da tese, foi originalmente desenhado para ser aplicado no ensino médio. Após a aplicação da versão piloto em 2014 em turmas mais adiantadas da EJA, o bloco intermediário já modificado para esse segmento, foi retirado. Isto se deu porque nas turmas mais adiantadas e mais letradas, os textos e as diferentes ideias transformistas foram por eles consideradas como sendo “muito difíceis” e muito “chatas”. Muitos alunos chegavam mesmo a entrar na escola só depois do término das aulas de ciências ou se ausentavam antes do fim do período para evitar essa temática. Na validação foi percebido que esse bloco de aulas não era essencial para os objetivos de ensino de evolução biológica para esse segmento de ensino.

Inicialmente, será apresentado o plano geral do primeiro bloco de aulas, seguido pelos planos individuais das aulas desse bloco. Considerou-se *plano*, o registro do que foi pensado, do que foi planejado, das escolhas realizadas e anteriormente discutidas. Os planos são produtos desta pesquisa e estão fundamentados teoricamente de acordo com as escolhas feitas pela professora-pesquisadora e apresentados no capítulo 4. Também será indicada a questão-problema e objetivos do primeiro bloco de aula da SD no Quadro 10.

Logo em seguida ao Quadro 10, serão apresentados os planos de cada aula do primeiro bloco, nos Quadros 11 a 17.

Da mesma maneira serão apresentados o plano geral de aulas do segundo bloco no Quadro 18 com a segunda questão-problema e objetivos.

Nos Quadros 19 a 25 serão apresentados os planos das aulas do segundo bloco.

As CdC estão explicitadas nos Quadros 10 e 11 da SD a descrição delas adotada nesta pesquisa estão apresentadas no Quadro 9, de acordo com Schwartz, Lederman, Crawford, 2004.

Quadro 9 - Aspectos de NdC e suas descrições de acordo com Schwartz, Lederman, Crawford, 2004, p. 613) (tradução nossa)

Aspectos	Descrição
Provisoriedade	O conhecimento científico é sujeito a mudança a partir de novas observações e novas interpretações das observações existentes. Todos os demais aspectos da ciência fornecem justificativa para a provisoriedade do conhecimento científico.
Base empírica	

	O conhecimento científico está baseado na/ou deriva da observação do mundo natural.
Subjetividade	A ciência é influenciada e dirigida por leis e teorias científicas atualmente aceitas. O desenvolvimento de questões, investigações, interpretações de dados é filtrado através da lente da teoria corrente. Esta é uma subjetividade inevitável que permite a ciência progredir e permanecer consistente, e, também, para a mudança na ciência quando uma evidência prévia é examinada da perspectiva do novo conhecimento. A subjetividade pessoal é também inevitável. Os valores pessoais, agendas e experiências prévias ditam o que e como os cientistas conduzem o seu trabalho.
Criatividade	O conhecimento científico é criado através da imaginação humana e do raciocínio lógico. A criação é baseada nas observações e inferências sobre o mundo natural.
Enraizamento sócio-cultural	Ciência é uma atividade humana e é influenciada pela sociedade e cultura na qual é praticada. Os valores da cultura determinam o quê e como a ciência é conduzida, interpretada, aceita e utilizada.
Observação e inferência	A ciência está baseada em ambas, observação e inferência. As observações são recolhidas através dos sentidos humanos ou das extensões desses sentidos. Inferências são as interpretações dessas observações. As perspectivas correntes da ciência e dos cientistas guiam ambas, as observações e as inferências. Múltiplas perspectivas contribuem para validar múltiplas interpretações das observações.
Leis e teorias	Teorias e leis são diferentes tipos de conhecimento científico. Leis descrevem relações, observadas ou percebidas, dos fenômenos na natureza. Teorias são explicações inferidas para os fenômenos naturais e mecanismos de relação entre eles. Hipóteses em ciência podem conduzir ou teorias ou leis com o acúmulo de um apoio substancial de evidências e aceitação na comunidade científica. Teorias e leis não progridem uma na outra, no sentido hierárquico, elas são distintamente e funcionalmente tipos diferentes de conhecimento.
Interdependência desses fatores	Nenhum desses aspectos pode ser considerado independente um do outro. Por exemplo, a provisoriedade do conhecimento científico está ligada a criação deste conhecimento através da observação empírica e inferência. Cada um desses atos é influenciado pela cultura e sociedade na qual a ciência é praticada assim como pelo quadro teórico e subjetividade pessoal do cientista. Um dado novo sendo considerado e existindo dados reconsiderados, inferências(novamente feitas num contexto particular)pode conduzir a mudanças no conhecimento científico existente.

E após todos os planos de aula, serão apresentados os materiais instrucionais elaborados para o primeiro bloco e segundo blocos de aulas a SD e numerados de 1 a 15 na sequência das aulas. Esses produtos constam de textos e atividades para os alunos. Os textos são de conteúdo histórico e foram construídos a partir da pesquisa histórica original apresentada na Parte I desta tese. Os materiais instrucionais são acompanhados de questões norteadoras para o (a) professor (a).

6.1 Plano geral do Bloco 1 - “O fenômeno dos peixes e suas explicações”

O plano de aulas do primeiro bloco de aulas intitulado “O fenômeno dos peixes e suas explicações” mostra que ele é constituído por oito aulas sequenciais que estão relacionadas com o conteúdo da análise histórica do capítulo 1 da tese e apresentado no Quadro 9.

Procurou-se destacar como a inserção da história da ciência pôde integrar quatro

objetivos de ensino de ciências pensados para a escola básica (de ciências, de história da ciência, das características da ciência e aprimoramento das habilidades científicas). Ainda procurou destacar a intenção de desenvolver as competências leitora e escritora dos estudantes e a competência de compreender a ciência como um processo humano de construção de conhecimento num certo contexto.

Para o ensino, os planos são imprescindíveis porque a sua função é a de balizar as ações que foram planejadas. Eles devem ser consultados e avaliados durante todo o processo, à luz da fundamentação teórica adotada. Se for necessário, os planos deverão ser reformulados para a consecução de seus objetivos. Sem plano, o processo de ensino e aprendizagem corre o risco de se tornar uma atividade pautada pelo senso comum e espontaneísta. Para a pesquisa, os planos iniciais e suas possíveis alterações pautadas no processo de ensino e aprendizagem real dos alunos, tem a função de garantir que os dados coletados tenham fidedignidade em relação ao processo de ensino e aprendizagem.

Para o plano do Bloco 1 de aulas, os conteúdos declarativos da história da ciência, como sugerido por Allchin (2013), foram colocados, pela professora-pesquisadora, na forma de uma questão-problema:

Como vocês acham que os estudiosos começaram seus estudos do fenômeno do entorpecimento e dor causado por certos peixes em suas presas e nas mãos de quem os tocava?

Título:	O fenômeno dos peixes e suas explicações		
Questão - problema	Como vocês acham que os estudiosos começaram seus estudos do fenômeno do entorpecimento e dor causado por certos peixes em suas presas e nas mãos de quem os tocava?		
Objetivos do bloco	<p>Inserção da História da Ciência (HdC) no ensino de Ciências (C): Conhecer os processos de investigação científica: o fenômeno, as inferências e as hipóteses explicativas (dos estudantes) e dos estudiosos dos séculos XVII, XVIII/e XIX sobre o fenômeno dos peixes e compreender o que é uma base empírica.</p> <p>Desenvolver a competência leitora e escritora dos estudantes.</p> <p>Desenvolver a competência de compreender a ciência como atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural.</p>		
Aula	Objetivos de Ciências	Objetivos de História da Ciência	Objetivos de CdC/IC
1			Diagnóstico das ideias dos estudantes sobre o que é ciência e sobre como a ciência é realizada
2	Compreender o fenômeno de entorpecimento e dor causado pelos peixes.	Conhecer como o fenômeno dos peixes era conhecido na Antiguidade e no século XVII. Tomar contato com texto histórico através da imagem da raia torpedo em fonte primária do século XVII.	Compreender a base empírica da ciência.
3	Explicar “maneiras” de se investigar a localização do fenômeno no corpo da raia torpedo.	Compreender documento histórico: citações de Redi em carta para Kirscher sobre suas observações acerca da localização do fenômeno nos músculos em forma de foice.	Compreender a base empírica da ciência.
4	Observar e ler a representação da anatomia externa e interna do torpedo (esquemas: regiões do corpo, tipos de corte). Levantar explicações para o fenômeno dos peixes.	Retirar informações de documento histórico: frontispício e representação dos torpedos. Conhecer as explicações corpuscularista e mecânica sobre o fenômeno.	Compreender que a ciência é baseada em observação e inferência.
5	Conceito de funcionamento dos seres	Ler documento histórico: citações de Rëaumur	Compreender que a ciência é

	vivos: relacionar os músculos em forma de foice com o fenômeno do entorpecimento e dor causado pelos peixes.	sobre as explicações corpuscularista e mecânicas acerca do fenômeno e sua nova explicação para o fenômeno.	baseada em observação e inferência.
6	O funcionamento da garrafa de Leyden (hoje, condensador). Noção de eletricidade estática e de suas características. Noção de armazenamento da eletricidade.	Compreender o funcionamento do novo instrumento, a garrafa de Leyden	Compreender o processo de construção do conhecimento científico.
7	Levantar e organizar o conhecimento dos alunos sobre outros peixes que causam o mesmo fenômeno. Apresentar outros peixes.	Comparar o fenômeno da garrafa de Leyden com o fenômeno dos peixes: semelhanças e diferenças.	Compreender a subjetividade da ciência.
8	Levantar e organizar as ideias dos alunos sobre a natureza elétrica do fenômeno dos peixes e de sua “verificação”; “verificação” da extensão do fenômeno; “verificação da função do fenômeno para os peixes.	Os procedimentos dos estudiosos do século XVIII para “verificar” a natureza, a extensão e a função do fenômeno dos peixes.	Compreender o enraizamento sócio-cultural da ciência.

6.2 Planos das aulasdo Bloco 1

Nos planos individuais das aulas procurou-se explicitar: a-) o modo pelo qual as aulas foram articuladas entre si (sequenciação) a fim de se atingir os quatro objetivos da inserção da história da ciência no ensino de ciências; b-) o modo pelo qual as aulas foram articuladas com o contexto curricular da rede municipal de ensino e da própria escola (PPP) sem perder de vista as diretrizes nacionais (Matriz de Competências do ENCCEJA-2002); c-) como as estratégias de ensino escolhidas respeitam o momento do processo educativo dos estudantes, ou seja, estão voltadas para o desenvolvimento da competência leitora e escritora.

Procurou-se ainda explicitar as habilidades a serem desenvolvidas, a de “relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, na perspectiva histórica do conhecimento cognitivo” e a de “estabelecer relações entre transformações culturais e conhecimento científico e tecnológico” (Matriz de Competências – ENCCEJA-2002) ao mesmo tempo em dá início ao desenvolvimento da competência de “compreender a ciência como atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural” (Matriz de Competências ENCCEJA-2002).

Aprimeira aula do bloco 1 (Quadro 10) teve como objetivo o diagnóstico do conhecimento dos estudantes acerca das características da ciência. Ele foi feita por meio de uma atividade elaborada pela professora-pesquisadora e pela aplicação do questionário NOSLit-adaptado seguida de uma entrevista semiestruturada.

Quadro 10. Aula 1:Diagnóstico inicial CdC

Objetivos	C: _____
	HdC: _____
	Diagnóstico das ideias dos estudantes sobre o que é ciência e sobre como a ciência é realizada
	Habilidade: _____
Atividade	Ler e responder as questões.
Recursos materiais	Questões de livre-associação. Folha pautada; material impresso NOSLit-adaptado; lápis.
Tempo	90 minutos (duas horas-aula de 45 minutos)

As demais aulas (Quadro 11 a 17) foram dedicadas ao conhecimento e compreensão do fenômeno da dor e entorpecimento causado por certos peixes e as diferentes explicações dos séculos XVII e XVIII para o fenômeno conforme desenvolvido no capítulo 1 da tese com o objetivo de ampliar o uso de terminologia (termos como fenômeno, hipótese, verificação e outros) e explicitar os passos da investigação científica.

Quadro 11. Aula 2: O fenômeno da dor e entorpecimento dos peixes

Objetivos	C: O fenômeno do entorpecimento e dor causado pelos peixes.
	HdC: O fenômeno dos peixes na Antiguidade e no século XVII; tomar contato com texto histórico através da imagem da raia torpeda em fonte primária do século XVII.
	CdC: Conceito de fenômeno; a motivação para o estudo de um fenômeno; a observação e o registro da observação do fato/fenômeno; a busca do estudioso pelas informações sobre o fenômeno.
	Habilidade científica: Relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, na perspectiva das próprias ideias.
Atividade	Introdução da questão-problema: Como vocês acham que os estudiosos começaram seus estudos do fenômeno do entorpecimento e dor causado por certos peixes em suas presas e nas mãos de quem os tocava?
Recursos materiais	Material impresso elaborado pela pesquisadora: Um caso fabuloso desde a Antiguidade; lousa branca, flanela e canetão; cadernos e lápis.
Estratégia	Leitura coletiva, em voz alta, do material impresso; elaboração de glossário dos termos; discussão dialogada; registro escrito das ideias.
Tempo	90 minutos (duas horas-aula de 45 minutos)

Quadro 12. Aula 3 : O fenômeno e os músculos em forma de foice dos peixes

Objetivos	C: Explicar “maneiras” de se investigar a localização do fenômeno no corpo da raia torpeda
	HdC: Ler documento histórico: citações de Redi em carta para Kirscher sobre suas observações acerca da localização do fenômeno nos músculos em forma de foice.
	CdC Conceito de fenômeno; a motivação para o estudo de um fenômeno; a observação e o registro da observação do fato/fenômeno; a busca do estudioso pelas informações sobre o fenômeno.
	Habilidade científica: Relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, na perspectiva das próprias ideias.
Atividade	Organização das ideias dos alunos sobre a questão-problema: <u>Como vocês acham que os estudiosos começaram seus estudos do fenômeno do entorpecimento e dor causado por certos peixes em suas presas e nas mãos de quem os tocava?</u>

Recursos materiais	Material impresso elaborado pela pesquisadora a partir de fonte primária: O caso no século XVII; lousa branca, flanela e caneta.
Estratégia	Leitura coletiva, em voz alta, do material impresso; elaboração de glossário dos termos; discussão dialogada; registro escrito das ideias.
Tempo	90 minutos (duas horas-aula de 45 minutos)

Quadro 13. Aula 4: As explicações sobre o fenômeno (1)

Objetivos	C: Observar e ler a representação da anatomia externa e interna do torpedo (esquemas: regiões do corpo, tipos de corte); levantar explicações para o fenômeno dos peixes.
	HdC: Retirar informações de documento histórico: frontispício e representação dos torpedos. Conhecer as explicações corpuscularista e mecânica sobre o fenômeno.
	HdC: Retirar informações de documento histórico: frontispício e representação dos torpedos. Conhecer as explicações corpuscularista e mecânica sobre o fenômeno.
	Habilidade científica: Relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, na perspectiva das próprias ideias.
Atividade	Buscar informações em texto adaptado de fonte primária. Discussão e correção coletiva.
Recursos materiais	Material impresso elaborado pela pesquisadora a partir de fonte primária: O caso no século XVIII; lousa branca, flanela e canetão, cadernos, lápis de cor.
Estratégia	Leitura individual do material impresso Um caso do século XVII seguindo as orientações copiadas do quadro.
Tempo	90 minutos

Quadro 14. Aula 5: As explicações sobre o fenômeno (2)

Objetivos	C: Conceito de funcionamento dos seres vivos: relacionar os músculos em forma de foice com o fenômeno do entorpecimento e dor causado pelos peixes.
	HdC: Ler documento histórico: citações de Réaumur sobre as explicações corpuscularista e mecânicas acerca do fenômeno e sua nova explicação para o fenômeno.
	CdC: Compreender a Ciência como construção coletiva no tempo: Réaumur; a confiabilidade dos estudos; as críticas; as explicações alternativas.
	Habilidade científica: Relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, na perspectiva das próprias ideias.
Atividade	Levantamento da compreensão de texto Um caso do século XVIII.
Recursos materiais	Material impresso elaborado pela professora-pesquisadora a partir de fonte primária O caso no século XVIII quadro branco, caneta, cadernos e lápis.
Estratégia	Leitura mediada do texto O caso do século XVIII; aula dialogada.
Tempo	90 minutos (duas horas-aula de 45 minutos)

Quadro 15. Aula 6: A virtude elétrica

Objetivos	C: O funcionamento da garrafa de Leyden (hoje, condensador). Noção de eletricidade estática e de suas características. Noção de armazenamento da eletricidade.
	HdC: Compreender o funcionamento do novo instrumento, a garrafa de Leyden.
	CdC: Compreender como o aparecimento de novos instrumentos/conhecimentos/fatos mudam o modo de compreender um fenômeno - processo de construção do conhecimento científico.
	Habilidade científica: Relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, na perspectiva das próprias ideias.
Atividade	Leitura e discussão sobre o funcionamento da garrafa de Leyden a partir da imagem e do texto.
Recursos materiais	Material impresso elaborado pela professora-pesquisadora Outros estudos do século XVIII: a virtude elétrica.
Estratégia	Leitura mediada do texto; aula dialogada.
Tempo	90 minutos (duas horas-aula de 45 minutos)

Quadro 16. Aula 7: Outros tipos de peixes e a virtude elétrica

Objetivos	C: Levantar e organizar o conhecimento dos alunos sobre outros peixes que causam o mesmo fenômeno; apresentar outros peixes.
	HdC: Comparar o fenômeno da garrafa de Leyden com o fenômeno dos peixes: semelhanças e diferenças.
	CdC: As explicações científicas são debatidas entre os estudiosos e podem mudar ao longo do tempo.
	Habilidade científica: Relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, na perspectiva das próprias ideias.
Atividade	Leitura coletiva e comentada do material impresso Outros estudos do século XVIII: a virtude elétrica
Recursos materiais	Material impresso elaborado pela professora-pesquisadora: Outros peixes e a virtude elétrica; quadro branco, canetões, cadernos e lápis
Estratégia	Leitura compartilhada e exposição dialogada
Tempo	90 minutos (duas horas aula de 45 minutos)

Quadro 17. Aula 8: Estudos sobre a virtude elétrica dos peixes

Objetivos	C: Levantar e organizar as ideias dos alunos sobre a natureza elétrica do fenômeno dos peixes e de sua “verificação”; “verificação” da extensão do fenômeno; “verificação da função do fenômeno para os peixes.
	HdC: Os procedimentos dos estudiosos do século XVIII para “verificar” a natureza, a extensão e a função do fenômeno dos peixes.
	CdC: Construir a noção de “verificação” (não há um método científico único) Conceito de características da investigação científica e da Ciência (CdC).
	Habilidade científica: Relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, na perspectiva das próprias ideias.
Atividade	Leitura coletiva e comentada do material impresso Questões levantadas e as respostas dos estudiosos do século XVIII.
Recursos materiais	Material impresso elaborado pela professora-pesquisadora: Questões levantadas pelos alunos x as respostas dos estudiosos do século XVIII; quadro branco, canetão, cadernos e lápis.
Estratégia	Aula dialogada sobre os sete tópicos levantados pelos estudantes.
Tempo	90 minutos (duas horas aula de 45 minutos)

6.3 O plano geral do Bloco 2

O plano geral do segundo bloco de aulas intitulado “A origem dos órgãos elétricos dos peixes” mostra que ele é constituído por sete aulas sequenciais que estão relacionadas com um novo diagnóstico do processo e com o conteúdo da análise histórica do capítulo três da tese. Ele está representado no Quadro 19.

Do mesmo modo, para articular os quatro eixos de conteúdos relacionados aos quatro objetivos da inserção da história da ciência no ensino de ciências, e deste com o primeiro bloco de aulas, foi apresentada aos estudantes uma nova questão-problema elaborada pela professora-pesquisadora a partir dos conteúdos declarativos da história da ciência segundo Allchin: Como os cientistas do século XIX explicariam o aparecimento de órgãos elétricos (de natureza muscular) em tipos de peixes tão diferentes entre si como a raia torpedo, o bagre do Nilo e a enguia do Suriname?

Quadro 18. Questão-problema e objetivos das sete aulas do Bloco 2 da Sequência Didática
Título: A origem dos órgãos elétricos dos peixes

Questão-problema	Como os cientistas do século XIX explicariam o aparecimento de órgãos elétricos (de natureza muscular) em tipos de peixes tão diferentes entre si como a raia torpedo, o bagre do Nilo e a enguia do Suriname?		
Objetivos do bloco	Inserção da História da Ciência (HdC) no ensino de Ciências (C). Desenvolvimento da competência leitora e escritora dos estudantes. Desenvolvimento da competência de compreender a ciência como atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural.		
Aula	Objetivos de Ciências	Objetivos de História da Ciência	Objetivos de CdC/IC (transversalidade)
09			Levantar as ideias intermediárias dos estudantes sobre o que é ciência e sobre como a ciência é realizada
10	Levantar as concepções dos estudantes sobre a origem dos peixes elétricos.	Apresentar a questão-problema dos estudiosos do século XIX sobre a origem dos peixes.	Compreender a base empírica da ciência.
11	Compreender a ideia da seleção artificial e sua causa.	Compreender a causa da origem das variedades domésticas no século XIX.	Compreender a base empírica da ciência.
12	Compreender a analogia entre seleção artificial e seleção natural	Compreender a explicação de Darwin sobre a origem das variedades na natureza –descendência com modificação, luta pela existência e seleção natural.	Compreender a base empírica da ciência.
13	Explicar a origem da diversidade de tipos segundo a ciência atual; explicar a origem das variedades domésticas.		Compreender o papel da criatividade/imaginação na ciência.
14	Explicar a seleção de variedade mais apta na natureza (luta pela existência)		Compreender o papel da criatividade/imaginação na ciência
15			Levantar as ideias finais dos estudantes sobre o que é ciência e sobre como a ciência é realizada/ Pós-teste

6.4 Planos das aulas do bloco 2

Os planos individuais das aulas procuraram explicitar os mesmos elementos didáticos utilizados no primeiro bloco de aulas: a-) o modo pelo qual as aulas foram articuladas entre si (sequenciação); o modo pelo qual as aulas foram articuladas com o contexto curricular; c-) como as estratégias de ensino escolhidas respeitam o momento do processo educativo dos estudantes, ou seja, estão voltadas para o desenvolvimento da competência leitora e escritora;

E procurou, também, explicitar as habilidades a serem desenvolvidas, a de “relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, na perspectiva histórica do conhecimento cognitivo” e a de “estabelecer relações entre transformações culturais e conhecimento científico e tecnológico” (Matriz de Competências – ENCCEJA-2002) que dá continuidade ao desenvolvimento da competência de “compreender a ciência como atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural” (Matriz de Competências ENCCEJA-2002).

Os objetivos/conteúdos de CdC foram os mesmos do Bloco 1 de modo que esse aspecto da história da ciência pudesse ser uma ferramenta para o ensino sobre ciências que articulasse de modo transversal, dois blocos com conteúdos científicos escolares diferentes.

Quadro 19. Aula 09: Avaliação diagnóstica do processo

Objetivos	C: _____
	HdC: _____
	CdC: Levantar as ideias dos estudantes sobre CdC.
	Habilidade científica: _____
Atividade	Responder a questão por escrito> “O que é Ciências Naturais?”
Recursos materiais	Quadro branco, canetões, cadernos e lápis.
Estratégias	Leitura compartilhada da questão. Escrita individual das respostas.
Tempo	90 minutos (duas horas aula de 45 minutos)

Quadro 20. Aula 10: A origem dos peixes elétricos

Objetivos	C: Levantar as concepções dos estudantes sobre a origem dos peixes elétricos.
	HdC: Apresentar a questão-problema dos estudiosos do século XIX sobre a origem dos peixes.
	CdC: Levantar as ideias dos estudantes sobre CdC.
	Habilidade científica: _____
Atividade	Responder as questões por escrito.
Recursos materiais	Material impresso elaborado pela professora-pesquisadora Explicações sobre a origem dos órgãos elétricos dos peixes; quadro branco, canetões, cadernos e lápis.
Estratégia	Leitura das instruções e orientações. Acompanhamento feito pela professora individual da elaboração e escrita das respostas dos estudantes
Tempo	90 minutos (duas horas aula de 45 minutos)

Quadro 21. Aula 11: A seleção do tamanho médio dos adultos de uma população hipotética de peixes

Objetivos	C: Reconhecer a variação de tamanho nos peixes adultos; compreender a mudança no tamanho médio da população de peixes de um certo local ao longo do tempo devido a atividades humana. Construir o conceito de seleção artificial.
	HdC: Conhecer alguns estudos sobre as variações domésticas no século XIX.
	CdC: _____
	Habilidade científica: estabelecer relações entre transformações culturais e conhecimento científico e tecnológico
Atividade	Responder as questões por escrito.
Recursos materiais	Material impresso elaborado pela professora A seleção do tamanho nos peixes; quadro branco, canetões, caderno, lápis.
Estratégias	Leitura compartilhada da questão. Escrita individual das respostas. Discussão dialogada acerca das respostas dadas.
Tempo	90 minutos (duas horas aula de 45 minutos)

Quadro 22. Aula 12: A seleção artificial e a seleção natural

Objetivos	C: Conhecer a diversidade de raças de pombos domésticos.
	HdC: Conhecer o estudo de Darwin acerca da diversidade das raças de pombos domésticos e a sua explicação sobre a origem dessa diversidade – seleção artificial; Compreender a analogia de Darwin sobre as variações existentes na natureza e a seleção natural devido à luta pela existência – seleção natural.
	CdC: Construir a noção de “verificação” (não há um método científico único); Reconhecer o papel da criatividade na ciência.
	Habilidade científica: estabelecer relações entre transformações culturais e conhecimento científico e tecnológico
Atividade	Leitura de texto e escrita de respostas para questões ligadas ao texto.
Recursos materiais	Material impresso elaborado pela professora
Estratégias	Leitura dos textos, discussão dos textos. Elaboração de síntese escrita.
Tempo	90 minutos (duas horas-aula de quarenta e cinco minutos)

Quadro 23. Aula 13: Questões exploratórias/entrevistas

Objetivos	C: Diferenciar as figuras e escolher a figura que melhor representa a origem da diversidade de tipos segundo a ciência atual (macroevolução); explicar a causa do aparecimento da diversidade de pombos domésticos segundo a ciência atual.
	HdC: _____
	CdC: _____
	Habilidade científica: _____
Atividade	Responder as questões por escrito.
Recursos materiais	Material impresso elaborado pela professora Questões exploratórias I e II: lápis
Estratégias	Leitura compartilhada da questão. Escrita individual das respostas. Ao final, discussão dialogada das respostas dadas.
Tempo	90 minutos (duas horas aula de 45 minutos)

Quadro 24. Aula 14: Questões exploratórias/entrevistas

Objetivos	C: Explicar o fato das girafas apresentarem pescoços muito longos com base nos estudos feitos e no conceito de seleção natural; Diferenciar o que é “descobrir” de criar uma explicação científica.
	HdC: _____
	CdC: _____
	Habilidade científica: _____
Atividade	Responder as questões por escrito.
Recursos materiais	Material impresso elaborado pela professora Questões exploratórias III e IV; lápis.
Estratégias	Leitura compartilhada da questão. Escrita individual das respostas. Discussão dialogada acerca das respostas dadas.
Tempo	90 minutos (duas horas aula de 45 minutos)

Quadro 25. Aula 15: Pós teste

Objetivos	C: _____
	HdC: _____
	CdC: _____
	Habilidade científica: _____
Atividade	Responder as questões abertas por escrito.
Recursos materiais	Material impresso elaborado pela professora Reflexões sobre a ciência; lápis
Estratégia	Leitura compartilhada da questão. Escrita individual das respostas.
Tempo	90 minutos (duas horas aula de 45 minutos)

6.5 Materiais instrucionais

Aula 1

a-) Atividade 1 - Livre associação de palavras

Escreva cinco palavras associadas (que lembram) ao termo Ciência, na ordem de importância para você. A primeira é a palavra mais importante do que a segunda e assim por diante.

b-) Atividade 2 - Pré-teste

O *Nature of Science Literacy Test* (NOSLit) apresentado no APÊNDICE Hé um teste de múltipla escolha com 35 questões para avaliar a compreensão dos alunos do ensino médio sobre a natureza da ciência. Ele é utilizado como parte de uma bateria de testes destinada a avaliar o tema, muito mais abrangente, da alfabetização científica.

Como um componente de tal bateria, esse instrumento pode fornecer informações importantes para orientar a prática educacional, mantendo as escolas responsáveis por alcançar metas específicas e determinar a eficácia do programa.

As questões selecionadas tiveram o objetivo de avaliar a percepção inicial dos estudantes em relação às CdC que seriam explicitadas durante a intervenção pedagógica a partir da introdução do episódio histórico sobre os órgãos elétricos dos peixes conforme planos de aula descritos anteriormente.

As questões com as características da ciência de interesse foram selecionadas, traduzidas e adaptadas para o público-alvo conforme já descrito no Quadro 11. Aqui transcrito para facilitar a leitura. As respostas consideradas adequadas estão destacadas em cinza.

Pré e pós- teste sobre Natureza da Ciência

Instruções

- 1-) Preencha seu nome completo e a data com caneta.
- 2-) Antes de responder, leia a questão e todas as opções de resposta.
- 3-) Escolha a melhor opção. Assinale apenas UMA opção.
- 4-) Faça um X sobre letra escolhida. Se mudar de ideia, assinale a nova opção com O.
- 5-) Não rabisque, nem escreva nada.
- 6-) MUITO OBRIGADA por participar!

1-) Uma cientista está tentando aprender alguma coisa sobre maçãs de cores diferentes. Ela morde pedaços de uma grande amostragem de maçãs verdes e constata que elas são duras e azedas. Ela morde outro grande grupo de maçãs verdes constata que elas são duras e doces. Qual das seguintes é uma conclusão razoável sobre as maçãs em geral?

- a-) todas as maçãs são verdes e azedas.

b-) todas as maçãs são verdes e duras.

c-) todas as maçãs verdes são duras.

d-) todas as maçãs são verdes.

e-) não sei.

2-) Priscila tem uma hipótese sobre como ocorre uma certa reação química. Com base na sua hipótese, ela prevê que a mistura de uma substância química A com uma substância química B irá produzir uma substância química C. Ela mistura A com B e o resultado é substância química C, mas, também é produzido uma pequena quantidade da substância D. A qual das seguintes conclusões a Priscila pode chegar sobre a sua hipótese?

a-) sua hipótese foi comprovada.

b-) sua hipótese parece estar embasada, mas precisa ser melhorada.

c-) sua hipótese é mais provável que esteja completamente errada.

d-) ela não pode tirar qualquer conclusão a partir dos resultados.

e-) Não sei.

3-) Ideias científicas são baseadas na razão e nas evidências, e não em suposições, palpites, ou *insights*. Esta afirmação é _____ porque _____.

a-) Verdadeira - os cientistas só lidam com os fatos e evitam suposições, palpites e *insights*.

b-) Verdadeira - os cientistas sempre seguem o "método científico" e não permitem suposições, palpites, ou *insights*.

c-) Falsa - os cientistas só lidam com teorias que estão sujeitas ao erro.

d-) Falsa - razão, evidência e criatividade são importantes para a criação de ideias científicas.

e-) Não sei.

4-) Um cientista bem conhecido e altamente respeitado afirma ter conhecimento exato dos eventos futuros que lhe foi dado por seres extraterrestres, e previu determinados eventos em um futuro não muito distante. No caso, como os outros cientistas respondem a essas previsões?

a-) Aceitam-nas porque o cientista é bem conhecido e altamente respeitado.

b-) Rejeitam-nas, sendo certo dizer ao público em geral que este homem é uma fraude

c-) Advertem o público e esperam para ver se as previsões do cientista virão a se concretizar.

d-) Ignoram totalmente o homem e suas previsões.

e-) Não sei.

5-) Bons cientistas:

a-) não irão exigir provas para apoiar novas propostas científicas.

b-) irão se apegar a crenças científicas tradicionais, mesmo quando forem mostradas evidências contraditórias.

c-) irão buscar conhecimento científico, mesmo que possa entrar em conflito com suas crenças pessoais.

d-) irão rejeitar todas as provas materiais que contradiz as crenças científicas padrão.

e-) não sei.

6-) Depois de fazer observações ou conduzir um experimento, um bom cientista irá relatar todas as provas, incluindo as evidências que contradizem o resultado esperado.

a-) Verdadeiro.

b-) Falso.

c-) não sei.

7-) Um cientista que está bastante certo sobre suas conclusões a partir de dados experimentais ou observacionais não deve ter medo de contrariar crenças comuns da comunidade científica.

a-) Verdadeiro.

b-) Falso.

c-) não sei.

8-) Os cientistas devem revisar e analisar o trabalho de outros cientistas, especialmente se esse trabalho servirá como base para futuros esforços de outros cientistas.

a-) Verdadeiro.

b-) Falso.

c-) Não sei.

9-) Quando os cientistas coletam e analisam os fatos, eles vão produzir resultados que são conhecidos com certeza absoluta.

a-) Verdadeiro.

b-) Falso.

c-) não sei.

10-) Na sua percepção hoje, explique o que é ciência natural.

11-) Por que e para que serve estudar ciências no seu dia a dia?

Elaborado a partir da versão 1.2 Versão de 25 de abril de 2008, Carl J. Wenning. Validado pelo Grupo de Pesquisa e aplicado no projeto-piloto em 2014. Modificado nas questões 10 e 11 pelo Grupo de Pesquisa para 2015.

NOSLit-adaptado (Wenning, 2008)

Questão	Percepções de CdC	Gabarito (Wenning, 2008)
1	Percepção acerca do “método” empírico e o papel das generalizações	C
2	Percepção da elaboração de hipóteses	B
3	Percepção do papel da criatividade na ciência	D
4	Percepção da comunidade científica e discurso de autoridade	C
5	Percepção pública sobre a ciência	C
6	Percepção pública da honestidade intelectual do cientista	A
7	Percepção pública da comunidade científica	A
8	Percepção pública da comunidade científica	A
9	Visão pública (neutra) da ciência	B

Atividade 3 - Entrevista semiestruturada

1-) Você já estudou Ciências da Natureza? Conte um pouco do que você se lembra.

2-) Parece que estudar ciências é descobrir coisas novas ou compreender as coisas de uma forma nova.

Eu entendi direito?

3-) Como é o trabalho dos cientistas?

4-) O trabalho do cientista dá sempre certo, ele sempre descobre coisas?

5-) Alguém falou sobre a tocha de papel para desentupir vaso sanitário. Podia repetir?

6-) Qual foi a explicação que X deu para isso?

7-) Para desentupir o vaso sanitário a gente poderia chamar o pedreiro para tirar o vaso, com risco de quebrar a peça, fazer muita sujeira. Vocês acham que usar a tocha de papel é “mais científico”? Por que?

8-) Vocês acham todos os cientistas seguem um único “método” para fazer as descobertas ou depende?

9-) Se depende, depende do quê?

10-) Vocês acham que a religião, a política, a economia interferem no trabalho do cientista? Por que?

Aula 2

Questões norteadoras baseadas em Allchin (2009) (somente para professor)

a-) O que motivou a pesquisa, no caso, o entorpecimento e a dor causados por certos tipos de peixe? b-) Como o estudioso encontrou o problema ou a questão? c-) Como ele recolheu as informações pertinentes ao problema ou questão

Material impresso 1 - Um caso fabuloso desde a Antiguidade.

Desde a Antiguidade (quinhentos anos antes de Cristo) já havia o conhecimento da existência de peixes que causam entorpecimento nas presas e nas mãos de quem os toca.

O mais conhecido era um tipo de raia chamada de torpedo.

Figura 1 – Raia Torpedo de Lorenzini. Século XVII.

Galeno (129-217 a.C), médico grego desta época (figura ao lado) notou que havia uma semelhança entre o efeito causado pelo torpedo e o seu caráter frio, de modo que aconselhava o consumo de sua carne para esfriar o organismo. Já o médico romano, *Scribonius Largus*, citado por Galeno, prescrevia o uso de uma certa raia para o tratamento de gota.

Os estudiosos da natureza do século XVII ofereceram testemunho da veracidade do fenômeno dos peixes e passaram a estudar o torpedo.

O problema é: **Como vocês acham que os estudiosos começaram esses estudos sobre o fenômeno do entorpecimento e dor causado pelos torpedos em suas presas e nas mãos de quem os tocava?**

Aula 3

Questões norteadoras baseadas em Allchin (2009) (somente para professor)

O que motivou o trabalho? Como o estudioso encontrou o problema ou a questão? Como ele recolheu as informações pertinentes?

Material impresso 2 (frente): Um caso no século XVII

Figura 2 - Francesco Redi (1626-1697), naturalista italiano

É uma coisa muito comentada que os peixes marinhos chamados de torpedos causam entorpecimento ao serem tocados; eu fiz a prova mais de uma vez, só para certificar-me de tal verdade e depois poder falar com certeza da ciência. Alguns pescadores trouxeram-me um peixe fresco e ao tocá-lo e apertá-lo, aminha mão começou a formigar, depois o braço e todas as costas com um tremor incômodo e uma dor aflitiva que foi necessário que eu retirasse a mão, embora quisesse continuar a tocá-lo por mais tempo.” (Redi, 1671) (tradução nossa)

Parece-me agora que nesses dois corpos ou músculos em forma de foice residisse, mais do que em qualquer outra parte, a virtude torporífica dos torpedos, mas, não me arrisco a afirmar porque posso estar enganado. Não creio que me enganasse na observação que a supracitada virtude se faz sentir mais vigorosa, quando o torpedo está preso e é apertado com a mão.” (Redi, 1671) (tradução nossa)

Fonte: Carta ao Padre Atanasio Kircher da Companhia de Jesus de Firenze

Aula 4 – continuação da aula 3

Material impresso 2 (verso)

Observe as figuras:

**OSSERVAZIONI
INTORNO
ALLE TORPEDINI
FATTE
DA STEFANO LORENZINI
Fiorentino,
E DEDICATE
AL SERENISSIMO
FERDINANDÒ III.
PRINCIPE DI TOSCANA.**

In Firenze per l'Onofri. 1678. *Cen. lic. de' Super.*

**Figura 5 – Frontispício da obra
Osservazioni alle torpedini e Távola Prima**

Instruções escritas na lousa branca:

- 1-) Leitura da capa do livro **Osservazioni intorno alle torpedini** e:
- a-) Copie o título da obra.
 - b-) Qual é o nome do autor? Em que cidade ele nasceu?
 - c-) A quem ele dedicou a obra?
 - d-) Em ano a obra foi publicada?
- 2-) Leitura dos esquemas da *Tavola prima*:
- a-) De que animal é a primeira tábuia?
 - b-) Onde estão representados os músculos em forma de foice?

Aula 5**Questões norteadoras baseadas em Allchin, (2009) (somente para professor)**

Como a confiabilidade dos estudiosos foi assegurada? As afirmações dos estudiosos do século XVII foram criticadas? Por que? Como as explicações alternativas foram abordadas

Material impresso 4: O caso no século XVIII

Figura 6 - Renè Antoine Ferchauld Réaumur (1683- 1757), naturalista francês

No ano de 1714, escreveu em uma de suas obras:

“Há duas interpretações diferentes [...] que o efeito produzido pelo torpedo, depende de uma infinidade de corpúsculos que fluem continuamente do peixe, mas, que fluem mais abundantemente em certas circunstâncias do que em outras. É, geralmente, a opinião mais aceita por Redi, Perrault e Lorenzini (Réaumur, 1714).

“A segunda é de Boreilli [...] ela está mais ao gosto dos mecanicistas, para ele a emissão de corpúsculos é imaginária: ele diz que quando se toca o peixe, ele se agita e desfere um golpe violento, que causa um entorpecimento sobre a mão que o toca.” (Réaumur, 1714).

Réaumur dava uma nova explicação para o fato: ao apertar o corpo do peixe, seria o rapidíssimo movimento dos músculos em forma de foice que provocaria o abalo ou golpe súbito e assim o efeito nas presas e mãos de quem os toca. De convexo para plano e de plano para côncavo mais rápido do que a “bala de um mosquete”.

Aula 6

Questões norteadoras baseadas em Allchin (2009) (somente para professora)

Surgiram “novos fatos/novos conhecimentos/novos instrumentos” que não poderiam ser conciliados com a explicação mais aceita até meados do século XVIII?

Material impresso 5 - Outros estudos do século XVIII: a virtude elétrica

O desenvolvimento do conhecimento sobre os fenômenos elétricos não prescindiu também de outros realizados anteriormente desde a Antiguidade. Algumas coisas que se sabia sobre a virtude elétrica eram:

- a-) Algumas substâncias que conduziam a eletricidade eram chamadas de *elétricos* como a água, o ferro, o ouro, a prata. E as outras eram *não elétricos* como o vidro, a madeira seca, a resina e outros.
- b-) Os *elétricos* ao serem atritados com corpos diferentes de si mesmos, atraíam corpos leves como pedacinhos de papel ou pequenas penas de aves; apresentavam brilho, faziam estalos e produziam faíscas ao serem aproximados de corpos não elétricos.
- c-) Quando dois corpos diferentes eram atritados, ficavam possuídos de diferentes eletricidades.
- d-) Corpos de mesma eletricidade se repeliam e corpos de eletricidades diferentes se atraíam.

Figura 7 – Frontispício da obra *Ensaio sobre a Eletricidade* (1746) de Jean-Antoine Nollet (1700-1779), ábade francês.

Se a eletricidade fosse um fluido seria possível armazená-la?

Figura 8- A garrafa de Leyden, 1745.

Observe a figura 8, interprete-a juntamente com professor (a) e colegas. A seguir, escreva como funciona a garrafa de Leyden com as suas próprias palavras:

Aula 7

Questões norteadoras baseadas em Allchin (2009) (somente para a professor)

Surgiram “novas explicações” para o fenômeno dos peixes depois dos “novos fatos/novos conhecimentos/novos instrumentos” que não podiam mais ser conciliados com a explicação mais aceita até meados do século XVIII?

Material impresso 6: Outros estudos do século XVIII: outros peixes e a virtude elétrica

Michel Adanson (1727-1806), em 1757, naturalista francês, comparou o efeito de um peixe chamado em português de *tremante* ou *tremedeira* ou *tremelga*, um tipo de bagre com o qual teve contato no Rio Nilo (Egito, África) com o da garrafa de Leyden.

Edward Bancroft (1744-1820), em 1769, médico inglês, comparou o efeito de uma enguia torporífica no Rio Equessebo, Guiana, América do Sul:

“quando tocada pela mão nua ou com uma vara de ferro, ouro, prata, cobre e pedaço de pau, ela comunica um choque perfeitamente parecido com aquele, o qual é comumente tão violento, que poucos estariam dispostos a sofrer uma segunda vez.” (Bancroft, 1769)

Bancroft salientou que o fenômeno atravessava uma vara de ferro e uma cadeia de 12 pessoas tocando-se umas à outras e dispostas em círculo e que o fenômeno também ocorria através da água onde a enguia nadava. Defendeu então, que a tal enguia torporífica não causava a comoção devido a um golpe, mas: “...destas particularidades está parecendo que este choque é produzido pela emissão de partículas torporífica, ou elétricas.

John Walsh (1725-1795), em 1773, tendo lido o Bancroft, publicou um novo estudo sobre o torpedo. E passou a chamar os músculos em forma de foice de **órgãos elétricos**.

Quais eram as semelhanças com a “virtude elétrica”? Quais eram as diferenças?

Aula 8

Questões norteadoras baseadas em Allchin (2009) (somente para professor)

Surgiram “novas explicações” para o fenômeno dos peixes depois dos “novos fatos/novos conhecimentos/novos instrumentos” que não podiam mais ser conciliados com a explicação mais aceita até meados do século XVIII? Como o “desacordo” foi resolvido?

Material impresso 7: Questões levantadas pelos alunos X as respostas dos estudiosos do século XVIII

a-) Sobre se acontecia com o torpedo morto: o torpedo morto, depois da exaustão, não causava mais o fenômeno. O torpedo à beira da morte continuava causando comoção, apesar de que seus músculos não se movessem mais. Lazzaro Spallanzani (1709-1779) em 1782 em sua viagem ao Mar Adriático.

b-) Sobre se acontecia fora da água: fora da água, o peixe perde a virtude torporífica e volta a recuperá-la se colocado de volta no aquário. Lazzaro Spallanzani.

c-) Sobre a extensão: o fenômeno começa nos dedos, mão, braço e depois atinge as costas. É instantânea

enquanto que ao bater o cotovelo, a dor é duradoura.

d-) Sobre qual era o órgão responsável (Josenildo): o choque era sentido mais forte sobre o dorso onde havia os dois músculos em forma de foice.

e-) Sobre se era preciso tocar com as mãos (Edileusa, Júlia): não se sentia a comoção com bastão de madeira nem com gomalaca (resina).

f-) O peixe não era venenoso como o baiacu anunciado no jornal atual (Rozemar): Spallanzani provou a carne do peixe e achou boa. Deixou o peixe morder dois pássaros e até a ele mesmo verificando que o peixe não era venenoso através do alimento nem de ferimentos.

g-) Spallanzani encontrou perto das ovas, um torpedo filhote, preso ao cordão umbilical. Soltou-o do cordão umbilical, afastou-o da fêmea e o tocou. Os torpedinhos também causam um pequeno entorpecimento.

Aula 9

Atividade 1-) Responda com suas palavras “O que é ciências?” (Ciências Naturais)

Atividade 2-) Sondagem sobre observação e inferência

Leia as frases abaixo com atenção:

A raia torpedo, o bagre do Nilo e a enguia do Suriname, entre outros tipos, são peixes que causam comoção, dor e entorpecimento nas suas presas e nas mãos de quem os toca.

Os músculos emitem corpúsculos que penetram na pele das presas e das mãos de quem os toca. Os músculos emitem partículas torporíficas ou elétricas.

Preencha com o (s) número (s) da (s) frase (s) que corresponde (m) **ao fenômeno observado** pelos estudiosos:_____

Preencha com o (s) número (s) da (s) frase (s) que corresponde (m) **a explicação** desses estudiosos:_____

(Respostas esperadas 1 e 2 na ordem.)

Aula 10

Questões norteadoras baseadas em Allchin (2009) (somente para professor)

O que motivou o trabalho? Como o estudioso encontrou o problema ou a questão? Como ele recolheu as informações pertinentes?

Material impresso 8: Explicações sobre a origem dos órgãos elétricos dos peixes.

No espaço em branco abaixo, faça um desenho com legenda para representar a sua ideia sobre a origem dos primeiros peixes elétricos, isto é, aqueles que apresentam órgãos elétricos. Pode escrever um texto bem pequeno

Observem seus desenhos sobre a origem dos primeiros órgãos elétricos dos peixes. As ideias são as mesmas para todos ou são diferentes? Por que? Escrevam abaixo a conclusão da discussão.

Questão-problema 2: Como os cientistas do século XIX explicariam o aparecimento de órgãos elétricos (de natureza muscular) em tipos de peixes tão diferentes entre si como a raia torpedo, o bagre do Nilo e a enguia do Suriname?

Aula 11

Questões norteadoras baseadas em Allchin (2009) (somente para professor)

Surgiram “novos fatos/novos conhecimentos/novos instrumentos” que não podiam mais ser conciliados com a explicação mais aceita até meados do século XVIII?

Material impresso 9: Outro fenômeno conhecido no final do século XVIII e início do século XIX (frente)

Esta população hipotética de peixes, na natureza, exhibe variações no tamanho do corpo dos adultos: alguns são pequenos e outros são grandes.

Quando são pescados, os maiores são selecionados pelos pescadores para serem vendidos para alimentação e os menores são devolvidos para a água.

Os peixes adultos que foram devolvidos para água, se reproduzem. Entre os seus descendentes surgem peixes maiores e peixes menores.

Sendo sempre os peixes menores devolvidos para a água, com o passar dos anos, todos os peixes deste tipo desta região se tornam, em média, menores.

2-) Os peixes, na natureza, apresentam variações de tamanho: pequenos, médios e grandes. Qual é a característica de interesse para os pescadores a fim de alimentar as pessoas?

3-) Por que na natureza, depois de muitos anos, esta população torna-se, em média, menor em tamanho?

4-) Quem foi o “responsável” pela seleção dos peixes?

5-) Leia o trecho abaixo de um texto atual:

Thomas Andrew Knight (1759-1838), que estabeleceu os procedimentos básicos para realização de cruzamentos verdadeiros entre variedades de ervilhas, desenvolveu no início do século XIX a variedade chamada “ervilha doce”, que está até hoje a venda em freezers de supermercados, além de variedades de morangos, maçãs, peras e muitas outras vegetais. Suas ilustrações de novos cultivares, como *Pomona herefordiensis*, uma nova maçã amarela com uma mancha avermelhada, apareceram em uma publicação de 1811. (BIZZO, 2008).

Pela leitura deste trecho, vocês acham que no final do século XVIII e início do século XIX, já havia conhecimento entre os estudiosos sobre a existência de variações dentro das espécies domésticas? Por que?

Aula 12

Questões norteadoras baseadas em Allchin (2009) (somente para professor)

Sugiram “novos fatos/novos conhecimentos/novos instrumentos” que não podiam mais ser conciliados com a explicação mais aceita até meados do século XVIII? Surgiram novas ideias e argumentos?

Material impresso 10: Outros fenômenos conhecidos no final do século XVIII e início do século XIX (verso)

1-) Leia o trecho do capítulo 1 do livro **A Origem das Espécies (1859)** de Darwin e observe as figuras:

Acreditando que é sempre melhor estudar algum grupo especial, [...], interessei-me pelos pombos domésticos. Guardei toda raça que pudesse comprar ou conseguir e fui agraciado com remessas de vários cantos do mundo. [...] Juntei-me a vários conhecedores eminentes e [...] a dois clubes de Londres. A diversidade das raças é impressionante. [...] os naturalistas estão corretos em sua opinião de que todas descendem do pombo-da-rocha.

Figura 9 - Exposição de pombos realizada em 1853 pela Philo-Peristeron Society, em Londres, e alguns dos pombos premiados na exposição de 1854 (Secord, 1981, p. 173).

Fonte: Martins, R.A. A origem dos pombos domésticos na estratégia argumentativa de Charles Robert Darwin. Revista de Filosofia e História da Biologia, v. 7, n. 1, jan-julho de 2012.

Fig. 9-6 Acredita-se que o pombo selvagem seja o ancestral das diversas variedades de pombo apresentadas na figura.

Figura 10 - Fonte: BSCS, versão azul, 1969, p. 44.

a-) Quem é o “responsável”, de maneira inconsciente, pelo aparecimento das variações domésticas, segundo Darwin?

b-) As variações de pombos domésticos surgiram a partir de um ancestral comum. Qual é o nome do ancestral comum a todas as variações de pombos domésticos segundo Darwin?

2-) Nesta outra frase de Darwin retirada do capítulo 2 do **A Origem das Espécies**:

As muitas pequenas diferenças na prole [...] podem ser chamadas de individuais. Essas diferenças individuais são da maior importância e fornecem materiais para a seleção natural agir e acumular da mesma maneira que o homem acumula diferenças individuais em suas produções domésticas.

Algumas dessas diferenças individuais que surgem ao acaso na prole, podem ajudar os organismos a sobreviverem em determinado ambiente.

Num certo ambiente, as variações podem ser favoráveis na luta pela sobrevivência. Os mais aptos têm mais chances de sobreviver, de se reproduzir.

As variações favoráveis são herdadas pelos descendentes.

Logo, dentro de um certo tempo, depois de várias gerações, as variações favoráveis se acumulam na população.

Os organismos da população que as possuem, se tornam mais aptos para esse meio ambiente.

Gradualmente, a população se torna tão diferente da espécie original que constituirão uma nova espécie.

1-) Verifique se entendeu:

a-) As variações surgem na população e fornecem os materiais que em determinadas condições do meio ambiente sofrem a ação de um mecanismo que permite a transformação lenta e gradual ao longo do tempo em outra espécie. Procure no trecho do texto do Darwin, o nome que ele deu para este mecanismo e escreva abaixo:

b-) Escrevam com suas palavras a explicação de Darwin para a transformação das espécies uma nas outras. Deve aparecer: as duas causas, a luta pela sobrevivência e o “mecanismo” responsável pelo aparecimento de novos órgãos ou de novas espécies.

Aula 13

Questão –exploratória

Grau de compreensão
de acordo com Southern
colts.
(somente para
professora)

I-) Observe cuidadosamente as figuras A e B abaixo. Elas representam duas maneiras de explicar a origem das espécies ao longo do tempo.

Figura A

**Reconhecimento do
conceito acerca da
origem das espécies**

Figura B

Figure 2-1 Evolutionary Analysis, 4/e
© 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.

Qual das duas figuras explica melhor a origem da diversidade de tipos segundo a ciência atual? Justifique sua escolha.

II -) Observe a figura abaixo que representa a origem das variações em pombos domésticos:

Circule o ancestral comum. E explique como teriam surgido as variedades de pombo doméstico segundo a ciência atual.

Reconhecimento do conceito de seleção artificial.

Aplicação do conceito sobre métodos e procedimentos: Darwin e os ombos domésticos.

Aula 14 – continuação

III -) Observe a figura abaixo:

Aplicação do conceito para resolução de problemas numa situação fictícia.

a-) Qual das variações de girafa tem mais chance de conseguir comer as folhas jovens e macias de acácia que nascem no alto da copa: as de pescoço curto (A) ou as de pescoço longo (B)? Por que?

b-) Ao longo do tempo qual tipo de girafa vai sobreviver por ter conseguido se alimentar e deixar descendentes: A ou B? Explique com suas palavras.

c-) Qual poderia ser uma evidência de que teriam existido girafas de pescoço curto e que não sobreviveram no ambiente de árvores altas

IV-) Leia o quadrinho abaixo:

Construção de explicações causais: justificar o agrupamento.

a-) Darwin “descobriu” como ocorre a origem das espécies ou foi uma ideia desse estudioso baseada em evidências para explicar a origem das espécies? Escreva como você entende a explicação científica aceita hoje em dia sobre a origem das espécies.

7 Resultados e discussão

7.1 Resultados e discussão sobre CdC e HC

Foram utilizados como pré-teste a livre associação de palavras e a entrevista semiestruturada inicial e o questionário NOSLit-adaptado. Como pós-teste a questão aberta “O que é ciências?” e o mesmo questionário de múltipla escolha NOSLit-adaptado.

Um episódio histórico traz consigo um leque de características da ciência possíveis de serem trabalhadas de modo explícito e reflexivo em sala de aula. Algumas dessas características selecionadas pelo professor podem favorecer o desenvolvimento, nos estudantes, de uma percepção informada sobre ciência. Mas, elas não estão necessariamente sendo avaliadas pelos questionários consagrados pela literatura. Esta preocupação acompanhou a professora-pesquisadora durante todo o processo de investigação como se pode ler na nota de campo do dia 21 de maio de 2015:

Eu estou muito assustada porque já foi metade do segundo bimestre e eu nem comecei o bloco 2 da SD. Nem sei se estou convencida de que esses questionários servem para esse público-alvo. Muito menos se servem para avaliar concepção sobre ciências numa sociedade como a nossa, com tão baixo letramento científico. A orientadora fala muito da necessidade deles para dar robustez a uma pesquisa empírica. [...]. Lembrei de um trecho do Allchin, do “The nature of science from test tubes to YouTube”: A Ciência exercita seus próprios valores epistêmicos... (Nota de campo da pesquisadora)

Essa preocupação balizou a análise dos dados porque para avaliar o desenvolvimento de percepções informadas entre os estudantes do grupo-classe foram selecionadas e adaptadas questões de questionários consagrados pela literatura onde se procurou selecionar as CdC relacionadas ao episódio histórico da SD realizadas pela professora-pesquisadora e pelo Grupo de Pesquisa GPHBE/USP, conforme os Quadros 10 e 11. Assim, foram consideradas na triangulação de dados, respostas à questão abertas que poderiam incluir as CdC trabalhadas ou outras.

A análise de dados sobre CdC foi feita em três momentos distintos da SD: inicial, intermediária e final.

7.1.1 Análise e discussão das percepções iniciais

Procurando obter respostas sobre se o ensino explícito e reflexivo de CdC feito através de um episódio da história da ciência leva ao desenvolvimento de uma percepção informada

sobre ciências foram realizadas coleta de dados antes do início da experimentação com a SD, numa fase chamada de intermediária, e no final da SD.

Para o diagnóstico inicial da percepção dos estudantes sobre ciências e suas características foram utilizados e triangulados quatro instrumentos: a livre associação de palavras, o questionário NOSLit-adaptado (WENNING, 2008), as notas de campo da pesquisadora e a entrevista semiestruturada elaborada pela professora-pesquisadora e validada pelo GPHBE do Instituto de Biociências da USP.

Os resultados da livre associação de palavras realizada antes de iniciar a experimentação com a SD levou à necessidade de se criar a entrevista semiestruturada que foi elaborada pela professora-pesquisadora e validada no Grupo de Pesquisa do IB-USP.

7.1.1.1 A livre associação de palavras

Dos 40 alunos matriculados nessa turma, estiveram presentes para a realização dessa atividade, doze alunos. Dos doze alunos presentes, apenas dez estudantes podiam escrever já que dois eram alunos de inclusão com dificuldade cognitiva e motora.

Esta pesquisa seguiu os passos metodológicos propostos por Bardin (1994) da Análise de Conteúdo. Na fase da pré-análise foi pensado em se quantificar a frequência das palavras associadas ao termo “ciência”. Dos dez alunos escreventes, quatro estudantes conseguiram terminar essa atividade. O resultado da livre-associação de palavras obtido mostrou que houve apenas uma repetição: a expressão “corpo humano”. Isto representa 50% das respostas dadas pelo grupo-classe. Ao serem arguidos, os estudantes falavam da “ciência da Arte” discutida com o professor de Artes. A partir desse momento, a professora-pesquisadora passou a utilizar a terminologia “ciência natural” para levantar as ideias dos alunos.

Os pesquisadores que buscam a compreensão dos significados no contexto da fala, em geral, criticam a análise da frequência de palavras como critério de objetividade. Porém, a professora-pesquisadora concluiu que a utilização da palavra alvo “ciência” sem um contexto permite evocar a memória semântica desses estudantes, alguns afastados do ensino formal por muitos anos. O resultado “corpo humano” poderia estar refletindo a tradição das temáticas desenvolvidas na EJA que antes e depois da atual LDB, como discutido na fundamentação teórica, tem sido a de relacionar o ensino de Ciências à promoção da saúde pública, a educação para o trabalho e para a cidadania.

Isto pode ser observado na Figura 32 que ilustra a atividade desenvolvida por uma aluna que contava à época com 44 anos de idade. Ela foi alfabetizada em 2010 e seguiu os estudos até o quarto ano. Ficou um ano parada e retomou os estudos em 2015.

Figura 32 - Livre associação de palavras com o termo “ciência”

Os respondentes não conseguiram fazer associação apenas com palavras. Eles elaboraram frases como se pode ler no exemplo da figura 32: “1 Pra mim E descobertas de coisas; 2 Na medicina E muito importante; 3 Ciência e no entanto modernidade; 4 Cientista no qual; 5 No entanto as cientistas são muito importante para a humanidade.”

Na Figura 33, um outro exemplo, é possível notar que a percepção de ciência pode ser feita a partir do ponto de vista do trabalho na roça, na área rural e está impregnada pelo pragmatismo da higiene, temática comum nesse segmento de ensino no Fundamental I. Esse resultado levanta a questão da formação inicial dos professores alfabetizadores em ciências naturais, mas, não é objeto desta pesquisa.

Figura 33 - Livre associação de palavras com o termo “ciência”.

Da mesma forma, essa outra estudante também não conseguiu associar apenas a palavras, e também sentiu a necessidade de elaborar frases. Na figura 33 pode-se ler: “1 Ciencia mim lembra que e planta; Feijao, milho. Algudao [(algodão)]; 2 A Pessoa toma Banho; 3 Ciencia e lava ropa; 4 Ciencia e trabalho.”

Tratando-se de uma pesquisa qualitativa foi possível perguntar a cada um deles e na mesma hora o que haviam pensado ao escrever as suas respostas e assim organizar as percepções desses estudantes:

Estudante 1: o termo ciência está associado ao estudo formal inicial relacionado a conteúdos de higiene pessoal e atividades que realizava quando vivia na área rural.

Estudante 2: também se refere ao ensino formal das séries iniciais e a palavra “pesquisa” disse que era proveniente dos programas de televisão que assiste.

Estudante 3 (Edileuza): a palavra ciência está associada com o termo modernidade, com a importância do trabalho dos cientistas para “descobrir coisas”, especialmente na área da medicina. Ela revelou que trabalha num instituto de pesquisa científica localizado perto da escola Brasil Japão.

Estudante 4: associou com o uso e aplicações da ciência.

Com a intenção de compreender se os estudantes apresentaram dificuldade com as instruções dadas ou se teriam tido dificuldade com a escrita ou ainda se a dificuldade estava

relacionada à ausência de concepções informadas sobre ciência foi elaborada e validada no GPHBE de um dia para o outro, uma entrevista semiestruturada para melhor diagnosticar as concepções dos estudantes. Na mesma semana, enquanto a entrevista esteve sendo elaborada e validada, foi aplicado o pré-teste, o NOSLit-adaptado.

7.1.1.2 O pré-teste

De acordo com a literatura e procurando verificar a percepção inicial dos estudantes sobre o que é ciência e suas características, foi aplicado o NOSLit-adaptado (Wenning, 2008). Foram respondidos dezenove questionários. Os resultados em números absolutos estão apresentados no Quadro 26 e em porcentagem estão apresentados no Quadro 27. Para facilitar a leitura, os resultados das respostas adequadas do teste, de acordo com Wenning (2008) estão destacadas em cinza.

Quadro 26. Resultados NOSLit-adaptado inicial							Quadro 27. Resultados do NOSLit-adaptado inicial em %						
Questão	a	b	c	d	e	nulo	Questão	a	b	c	d	e	nulo
1	2	3	12	1	0	1	1	10,5	15,7	63,1	5,2	0	5,2
2	3	5	1	8	0	2	2	15,7	26,3	5,26	42,1	0	5,2
3	1	6	0	6	1	5	3	5,26	31,5	0	31,5	5,2	5,2
4	5	1	6	4	0	3	4	26,3	5,26	31,5	21,0	0	15,7
5	2	0	12	1	1	1	5	10,5	0	63,1	5,2	5,2	5,2
6	16	2	0	0	0	1	6	84,2	10,5	0	0	0	5,2
7	12	5	0	0	0	2	7	63,1	26,3	0	0	0	5,2
8	13	3	1	0	0	2	8	68,4	15,7	5,2	0	0	5,2
9	14	2	0	2	0	1	9	73,6	10,5	0	10,5	0	5,2

As percepções iniciais sobre ciências consideradas menos informadas para a maioria dos estudantes deste grupo-classe foram: da elaboração de hipóteses (questão 2); do papel da criatividade na ciências (questão 3); da comunidade e discurso de autoridade (questão 4); e visão neutra da ciência (questão 9).

As percepções iniciais sobre ciências consideradas mais informadas para a maioria dos estudantes deste grupo-classe foram: acerca do “método” empírico e do papel das generalizações; percepção pública sobre a ciência (questão 5); percepção pública da honestidade intelectual do cientista (questão 6); percepção pública da comunidade científica (questões 7 e 8).

As respostas iniciais e escritas de uma amostragem de estudantes para a questão do NOSLit-adaptado “O que é ciência? (natural)” estão apresentadas no Quadro 28.

Quadro 28 – Respostas iniciais para “O que é ciência? (natural)”

nome	Questão “O que é ciência (natural)?
Edileuza	Ciência natural hoje é para o bem de toda a humanidade de todas as nações.
Jose	Eu acho que <i>é o estudo</i> das coisa na turais da terra tipo ar
Luci	A estuda terra extraterrestre muitas coisas almanidade
Julia	Ciencia <i>e um estudo</i> de alguma coiza que seja natural como terra árvore ect
Rose	Ciencia natural para mim <i>é lidar com a natureza</i> planta para faze remédio para salva vida
Meire	Em branco
Rays	Não sei

A visão de ciência presente nas respostas desses estudantes é predominantemente utilitarista, no sentido do princípio da utilidade de Jeremy Bentham (1748-1832), feita “para o bem da humanidade” como apareceu, por exemplo, na livre associação de palavras da estudante 3 que se pôde ler na Figura 32. Esta é uma visão de Ciência que produz mais benefícios do que malefícios para a humanidade como a cura de doenças como Aids e câncer e que é feita por pessoas inteligentes que fazem coisas úteis para a humanidade.

7.1.1.3 A entrevista semi-estruturada

O áudio e a transcrição completa da entrevista semiestruturada encontra-se no CD-Rom que acompanha este texto. Foram retirados e apresentados no Quadro 29 alguns trechos desta entrevista que mostram as percepções iniciais dos estudantes sobre CdC e IC que foram avaliadas pelo NOSLit-adaptado como, por exemplo, a percepção da base empírica da ciência.

A entrevista semiestruturada mostrou outras percepções iniciais sobre ciências que não foram avaliadas pelo questionário aplicado como pré-teste, tais como: percepção sobre a provisoriedade e enraizamento sócio-cultural da ciência e sobre a ausência de um método científico “único”.

Quadro 29. CdC na entrevista semiestruturada

CdC	Trechos da entrevista
Provisoriade	Edileuza: Até tinha né? Mas quanto mais descobertas, mais ciência vai surgindo, né?

Base empírica	<p>Edileuza: sobre o vaso sanitário, de como se desentupir o vaso sanitário [risos]. Daí tem um pouco de Ciências né? Ciências, o que eu vejo na minha cabeça, é um cientista, é um laboratório, fazendo pesquisas, pra remédios... então é isso que me vêm a cabeça.</p> <p>Lídia: Eu tenho 4 anos de trabalho no Butantã, e eu via eles fazendo aquelas pesquisas nos ratos, aplicando anestésias nos ratos. Eu via eles colhendo o veneno da cobra pra fazer "cura" [inaudível].</p> <p>Aluna 3: Pelo que eu vi na TV, num programa que eu vejo, mostrou assim das Ciências da Medicina. Aí eles pegam as plantas, pra ver se conseguem fazer aqueles remédios pra combater as doenças. Aí tem as misturas que eles fazem pra chegar naquele ponto dos remédios...</p>
Enraizamento sócio-cultural	<p>Maisa: Então gente, tenho ainda mais perguntas, eu sou cheia de dúvidas. Vocês acham que a política, a religião, elas podem influenciar esses resultados? [Alunos concordam e discordam].</p> <p>Santana: Depende. Porque as pessoas falam que os humanos são descendentes de macacos. E para o evangelho do Cristão não pode ser, porque ele acredita que Deus fez o homem e a mulher, como é que você é descendente de macaco? Então, tem diferenças...</p> <p>Maisa: Então você acha que a religião interfere nos resultados... Santana: Interfere.</p> <p>Maisa: E a política, interfere? [Silêncio].</p> <p>Maisa: A economia, interfere?</p> <p>Jose: Eu acho que interfere, mas é diferente. Porque a maioria das pesquisas é envolvida com o dinheiro do Estado, do governo. E se o governo às vezes não liberar a verba, ele não consegue terminar o que ele começou, fica parado. Igual as construções que a gente vê. Então eu acho que interfere sim.</p>
Sobre o “método” científico	<p>Jose: É que o cientista “agrônomo” é diferente daquele cientista que faz estudo com vacina. Ele é diferente porque ele ali tá caçando o fungo que tá matando a árvore. Na verdade, o cientista que mexe com esses bichos [ratos], ele aplica uma descoberta deles, pra ver se vai dar certo no ser humano. Porque, na verdade, quando eles fazem teste em árvores, animais, é para poder testar uma substância que eles querem usar em seres humanos.</p>

Os dados foram triangulados e a partir daí foram criadas duas categorias de análise de conteúdo (Bardin, 1994) que são apresentadas no Quadro 30: percepções informadas e percepções não informadas presentes na maioria dos estudantes da amostragem (alunos

frequentes às aulas desde o início da experimentação com a SD e respondentes aos questionários e atividades).

Quadro 30. Categorias de análise das concepções iniciais do grupo-classe

Categorias	Percepções do grupo-classe
Percepções mais informadas	<p>Os cientistas não possuem um “método científico” único. O “método” depende do tipo de estudo (entrevista semiestruturada)</p> <p>A “descoberta” de coisas novas ou de novas explicações para coisas antigas depende da política e da economia porque a pesquisa é financiada pelo governo (entrevista semi-estruturada).</p> <p>As pessoas empregadas em instituições de pesquisa possuem uma ideia melhor sobre os passos da investigação científica (entrevista semiestruturada).</p> <p>63,15% - Acerca do “método” empírico e do papel das generalizações (questão 1)</p> <p>63,15% - Percepção pública sobre a ciência (questão 5)</p> <p>84,21% - Percepção pública da honestidade intelectual do cientista (questão 6)</p> <p>63,15% - Percepção pública da comunidade científica (questão 7)</p> <p>68,42 % - Percepção pública da comunidade científica (questão 8)</p>
Percepções menos informadas	<p>Alguns afirmaram que não tinham ideia sobre a investigação científica ou sobre ciência. (resposta escrita e nota de campo).</p> <p>68,42% - sobre a elaboração de hipóteses (questão 2)</p> <p>68,42% - sobre o papel da criatividade na ciências (questão 3)</p> <p>68,42 % - Da comunidade e discurso de autoridade (questão 4)</p> <p>73,68 % - Visão neutra da ciência (questão 9).</p>

Baseada no diagnóstico da percepção inicial desses estudantes sobre ciências esta pesquisa estabeleceu dois parâmetros para a continuidade da análise. Esses parâmetros conduziram a análise em busca de resposta para a hipótese de que o ensino explícito e reflexivo sobre CdC através de um episódio da história da ciência contribui com o desenvolvimento de percepção informada sobre ciências.

O primeiro parâmetro estabelecido foi: fazer a comparação qualitativa por amostragem na fase intermediária da experimentação com a SD. Muitos alunos da EJA desistem do curso pelos mais diferentes motivos, os que persistem possuem dificuldade em manter frequência regular às aulas. Assim, a amostragem na fase intermediária seria dos alunos mais frequentes ao primeiro bloco de aulas e presentes desde o início da experimentação.

O segundo parâmetro estabelecido foi utilizar a questão “O que é ciência?(natural)” porque tanto no questionário do pré-teste quanto nas respostas escritas e na entrevista semiestruturada foi uma questão que forneceu informações sobre CdC previstas no

questionários e outras não previstas, sendo fidedigna das percepções dos estudantes da amostra.

7.1.2 Análise e discussão das percepções intermediárias

Nesta seção é discutida a análise das percepções dos estudantes sobre CdC que ocorreu após o término do primeiro bloco de aulas. O foco de interesse foi o de retomar a percepção dos estudantes sobre o que é a ciência. Dos 45 alunos matriculados à época, 15 responderam a essa questão: “O que é ciência? (natural)”. De acordo com o critério de amostragem estabelecido, dos 15 estudantes respondentes, sete já haviam respondido à mesma questão no NOSLit-adaptado e participado da entrevista semiestruturada. E dentre os setes, quatro estudantes haviam participado também da atividade de livre-associação de palavras. Foram então comparadas as respostas dadas para a questão “o que é ciência” na fase inicial e intermediária da SD desses sete estudantes. As respostas dadas nos dois momentos foram aqui transcritas de seus materiais e estão apresentadas no Quadro 31.

Quadro 31. Respostas iniciais e intermediárias para “o que é ciências?”

nome	Inicial	Intermediária (grifos nosso)
Edileuza	Ciência natural hoje é para o bem de toda a humanidade de todas as nações.	Ciência é um órgão mantido pelo governo para <i>elaborar descobertas</i> e dúvida sobre a <i>existência do ser humano sobre as estrelas e o planeta em geral</i> .
Jose	Eu acho que <i>é o estudo</i> das coisas na terra tipo ar	É o estudo das coisas que se passou. tem dúvida e <i>descoberta de algo novo</i>
Luci	A estuda terra extraterrestre muitas coisas almanidade	é como os estudiosos começaram a investigar os fenômenos do entorpecimento causado por certos peixes nas presas e nas mãos dos estudiosos pra mim é isso ciência
Julia	Ciência <i>e um estudo</i> de alguma coisa que seja natural como terra árvore etc	Ciência é <i>o estudo das células, plantas e seres vivos</i> .
Rose	Ciência natural para mim é <i>lidar com a natureza</i> planta para fazer remédio para salvar vida	É <i>o conhecimento adquirido</i> por pesquisadores muito inteligente
Meire		Ciência <i>é descobrir</i> que é a medicina descobrir Sobre alimentação o gás carbônico e água e sais minerais
Rays	Não sei	A Ciência <i>é um modo de descobrir</i> que existe no universo e de como as coisas funcionam. Parte de como funcionaram no passado e de como irão funcionar no futuro. Os cientistas são motivados pela emoção de ver ou descobrir algo que ninguém fez antes.

Para Edileuza, a visão utilitarista inicial da ciência parece estar se diluindo; ela percebe de modo informado que a ciência é financiada pelo governo e tem a intenção de fazer descobertas e esclarecer dúvidas sobre a natureza.

O José aparentou ter dificuldade na percepção sobre ciências e sobre história da ciência quando escreveu “é o estudo do que se passou”.

A Lucilene adquiriu um vocabulário maior e parece estar conseguindo se expressar melhor embora também tenha circunscrito ciência ao que estava sendo estudado como conteúdo.

A Júlia e a Rose parecem ter mantido a percepção inicial sobre ciências.

A Meire deixou em branco sua resposta inicial e a intermediária pareceu ser informada mais pela troca de ideias com os colegas do que pela aprendizagem durante a experimentação da SD.

A Rays que assumidamente não sabia nada sobre ciência (natural) apresentou a percepção informada mais próxima da descrição que esta pesquisa adotou: a ciência é uma das maneiras de explicar a natureza; a ciência é processual (parte do passado e faz previsões); a ciência está relacionada às idiossincrasias dos cientistas.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), “à medida em que vai lendo os dados, repetem-se ou destacam-se certas palavras, frases, padrões de comportamento, formas dos sujeitos pensarem e acontecimentos” (BOGDAN E BIKLEN, 1994, p. 221). Essas palavras ou frases são chamadas de *categorias de codificação* e constituem um meio de classificar os dados descritivos recolhidos e apartá-los de outros dados.

Os dados das percepções informadas presentes na análise intermediária presentes no grupo-classe foram organizados em duas categorias: percepções informadas iniciais (tal como apareceram nas percepções iniciais) e percepções informadas intermediárias (novas). Como a percepção inicial sobre o enraizamento sócio-cultural da ciência não foi uma das CdC explicitamente trabalhada ao longo da SD, os dados a esse respeito não foram considerados para análise.

Quadro 32. Categorias intermediárias

Percepções informadas iniciais	Porcentagem
Os cientistas são pessoas inteligentes	14,3
Ciência é “descoberta” de coisas novas	57,1
Percepções informadas intermediárias	
Ciência é o estudo ou o conhecimento adquirido por meio de pesquisas	28,6
Necessidade de motivação para o estudo de um fenômeno	
A ciência estuda a natureza	14,3
A ciência faz previsões.	14,3
	14,3

As CdCs trabalhadas em sala de aula durante a intervenção pedagógica e consideradas como percepções informadas sobre ciências “novas” que os estudantes apresentaram nas suas respostas intermediárias foram:

- 28,6 % que a ciência é conhecimento adquirido pela humanidade (estudante 5)

- (14,3%) dos estudantes que é necessária uma motivação por parte dos cientistas para o estudo dos fenômenos e que ela está relacionada a emoção do próprio cientista
- (14,3%) que a ciência se debruça sobre como as coisas do universo funcionam
- (14,3%) que o conhecimento adquirido no passado pode prever como as coisas funcionarão no futuro (estudante 7).

Ao final do primeiro bloco de aulas, os dados qualitativos mais relevantes para o objetivo desta pesquisa empírica foram os seguintes: todos (100 %) os sete estudantes apresentaram alguma percepção sobre o que é ciência. Ou seja, 28,6% a mais do que antes de ter início a intervenção pedagógica. Isto significa que ocorreu algum desenvolvimento na percepção informada sobre ciências entre os estudantes dessa amostragem.

Dentre os objetivos de CdC que foram trabalhados durante esse período em sala de aula conforme descritos no Quadro 8 e intimamente ligados ao episódio histórico, a estudante Rays saiu de uma ausência de percepção sobre ciência, assumida com as palavras “não sei” para uma percepção informada como prevista pela SD, isto é, sem mostrar nessa resposta, influência de uma percepção pública da ciência ou qualquer outra que pudesse ter sido construída anteriormente, no segmento de ensino fundamental I.

Após o primeiro bloco de aulas tendo a HC como ferramenta para o ensino de Ciências, 42,9% (28,6 mais 14,3) dos estudantes da amostragem tinham percepção informada sobre ciência. Isto representa quase o dobro de estudantes avaliados antes de iniciar a SD.

Quanto aos objetivos trabalhados em sala de aula, notou-se também nessas respostas que a visão utilitarista da ciência como um tipo de conhecimento que traz benefícios para a humanidade e mais ligada à área da saúde parecia ter se diluído entre os estudantes depois do primeiro bloco de aulas. Este fato poderia estar relacionado ao recorte de conteúdos de ciência que fugiu ao que é tradicionalmente desenvolvido nesse segmento tanto quanto poderia estar relacionado ao desenvolvimento da percepção sobre ciências ou ao fato de ambos terem sido concomitantemente trabalhados.

A análise na fase intermediária apontou para o potencial de um episódio da história da ciência como uma ferramenta adequada para o ensino de ciências e sobre ciências para esse grupo-classe e nesse segmento do ensino básico. Considerando-se que cada estágio do ensino básico fundamental tem a duração de apenas um semestre na EJA, ou seja, a metade do tempo do curso regular, essa ferramenta pode ainda ser considerada importante para a consecução simultânea desses dois objetivos se forem almejados num curso de curta duração.

Esta pesquisa compreende a investigação científica como um conjunto de métodos e atividades que conduzem ao desenvolvimento do conhecimento científico, e essa foi a percepção inicial de cerca de 63% dos estudantes de acordo com as respostas do NOSLit.

Na percepção informada intermediária desse grupo apareceu o termo “descoberta” nas respostas de 57,1% dos estudantes. Ora, o termo descoberta não parece expressar a percepção/compreensão dessa CdC como considerada nesta SD e também pelos mesmos estudantes antes do início da SD. Pareceu, nos resultados, haver uma contradição importante.

Para tentar compreender o significado do termo “descoberta”, esse dado foi triangulado com a transcrição da entrevista semiestruturada inicial e foi possível confirmar pelo depoimento de um dos alunos que essa percepção da ciência é também desenvolvida em contexto escolar no ensino formal de ciências no segmento fundamental I como se pode ler nos trechos grifados (em itálico) da entrevista apresentados abaixo:

Prof-pesq: “Como trabalha o cientista?”

Aluno 1: “O professor de História falou... a ciência da história...Não! A ciência da Arte.

Prof-pesq: “Alguém perguntou o que é ciência? O que é Ciência da Arte?”

Aluno 2: “Não, ninguém perguntou”.

Prof-pesq: “Eu vou insistir, o que os cientistas fazem e por que é diferente do que fazem outros profissionais?”

Aluno 1: *“Os cientistas estudam coisas para descobrir algo. Como o caso que deu um fungo na planta, eles estuda para descobrir a cura, para matar a praga e depois vem...do cálculo da água...mais ou menos isso...”*(grifo nosso)

Aluno 2: “O cientista cria, descobre, por exemplo, o remédio para matar ou”

Aluno 1 interrompe: “A mistura de uma coisa na outra como uma experiência para mudar a cor.”

Aluno 3: “Planetas, plantas, corpo humano, etc.”

Prof-pesq: “Então, a ciência e o trabalho do cientista sempre dão certo?”

Aluno 1: “Não! Não dá cem por cento certo, tem que estudar várias vezes e assim comprovar como no caso da alergia que às vezes dá e às vezes não dá...por que?”

Prof-pesq: *“Deixa ver se eu entendi vocês. Vocês disseram que o cientista trabalha com descobertas. O que seria descoberta? Seria mais ou menos tentar entender coisas novas ou entender as coisas de um jeito novo?”*

Aluno 1: *“Sim, isso é ciência. Quando eu trabalhava no Santa, eu estudava. A professora fazia a gente observar o desenvolvimento do feijão no algodão. Fiz muito isso. Outra era emborcar o copo e mergulhar num balde e o copo não molhava no fundo.”*(grifo nosso)

Prof-pesq: “Por que não molhava o fundo do copo emborcado?”

Aluno 1: “Porque tem ar no copo. Com ar, a água não entra no copo. Quando a gente tira o copo e inclina, aí saem as bolhas de ar.

Nessa direção, é possível supor que o termo “descoberta” utilizado pelos estudantes signifique construir conhecimento do mesmo modo que para eles adquirir/construir novo conhecimento é uma “descoberta” no sentido comum da palavra (interpretação do trecho da entrevista “observar o desenvolvimento do feijão, fiz muito isso”).

O aluno “descobre” o embrião dentro da semente, as partes da planta que se desenvolvem... e assim por diante. Uma metáfora para explicar melhor essa percepção sobre ciências dos estudantes seria: no dia a dia costumamos dizer que “o leite azedou” e não dizemos “o leite foi azedado por organismos decompositores”. Não é possível saber o grau de compreensão de quem diz “o leite azedou” sem uma sondagem, uma entrevista mais cuidadosa. A entrevista semiestruturada revelou-se um instrumento importante na pesquisa qualitativa nesse segmento de ensino.

Além disso, de acordo com Bogdan e Biklen (1994): “analisar as estatísticas oficiais actuais e compará-las com o que os sujeitos relatam verbalmente pode ser uma maneira útil de explorar percepções” (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 195). [...] “Embora os dados quantitativos recolhidos por outras pessoas [...] possam ser convencionalmente úteis tal como foram descritos, os investigadores qualitativos dispõem-se à recolha de dados quantitativos de forma crítica” (p. 195).

Em seu papel de investigadora qualitativa, a professora-pesquisadora procurou pensar criticamente a respeito da validade de se utilizar pesquisas oficiais como comparação: o que é que os números obtidos quantitativamente e as questões propostas pela pesquisa MCT/UNESCO de 2010 dizem acerca das suposições de seus autores (que os usam e os compilam) quando, por exemplo, utilizam o termo “descoberta” como uma característica da investigação científica. E chegam mesmo a utilizar o termo “descoberta” nas frases elaboradas para concordância ou discordância com a intenção de avaliar a percepção pública de ciências de seu público-alvo, ou seja, brasileiros com mais de 16 anos de idade.

Nessa direção, esta pesquisa se alinha à crítica de Douglas Allchin (2011) já discutida na fundamentação teórica. Ele propôs o abandono de qualquer tipo de listagem seletiva, estabelecendo em seu lugar as múltiplas dimensões que dão “forma à confiabilidade na prática científica, do experimental para o social”, o que ele nomeou de “ciência integral” (*Whole Science*). Com os resultados obtidos nessa fase intermediária da SD pode-se concluir pelo menos parcialmente que embora percepções informadas das CdC possam ser adquiridas com outras ferramentas para o ensino de ciências (no ensino formal), a história da ciência mostrou-se uma ferramenta possível de ser adotada para o segmento Educação de Jovens e Adultos. E é aceitável a recomendação de que novas pesquisas sejam desenvolvidas com outro estudantes cujo perfil seja semelhante ao desse grupo-classe.

7.1.3 Análise e discussão das percepções finais dos estudantes

7.1.3.1 Análise das respostas para a questão: “O que é ciências?”

Nesta seção é discutida a análise das percepções finais dos estudantes sobre ciências. Dos 45 alunos matriculados à época, havia quinze respondentes para a questão: “O que é ciência? (natural)”. De acordo com o critério de amostragem estabelecido, dos quinze estudantes respondentes, foram considerados os sete estudantes que já haviam respondido à mesma questão no NOSLit-adaptado inicial e intermediário além de terem participado da entrevista semiestruturada. As respostas dadas nos três momentos foram aqui transcritas de seus materiais e estão apresentadas no Quadro 33.

As respostas finais para a questão aberta “O que é ciência?” que foi feita fora de contexto histórico/científico pareceu indicar que o processo de desenvolvimento da percepção informada desses estudantes sobre ciências não teria sido linear, mas, permeado por avanços e retrocesso.

Quadro 33 – Percepções iniciais, intermediárias e finais sobre ciências

nome	Inicial	Intermediária	Final (grifo nosso)
Edileuza	Ciência natural hoje é para o bem de toda a humanidade de todas as nações.	Ciência é um órgão mantido pelo governo para elaborar descobertas e dúvida sobre a existência do ser humano sobre as estrelas e o planeta em geral.	Ciência natural foi elaborada para o bem da humanidade e para todas as nações viventes da face da terra.
Jose	Eu acho que <i>é o estudo</i> das coisas na terra tipo ar	É o estudo das coisas que se passou. tem dúvida e descoberta de algo novo	E aquilo que se transforma naturalmente por trabalho da natureza
Luci	A estuda terra extraterrestre muitas coisas humanidade	é como os estudiosos começaram a investigar os fenômenos do entorpecimento causado por certos peixes nas presas e nas mãos dos estudiosos pra mim é isso ciência	Explicam-se na ciência hoje ela explica muitas coisas para que hoje em dia ela é totalmente natural
Julia	Ciência <i>e um estudo</i> de alguma coisa que seja natural como terra árvore etc	Ciência é o estudo das células, plantas e seres vivos.	Seleção natural
Rose	Ciência natural para mim é <i>lidar com a natureza</i> planta para fazer remédio para salvar vida	É o conhecimento adquirido por pesquisadores muito inteligente	A ciência natural para mim e o fato que sempre está atrás da cura e da verdade.
Meire	Em branco	Ciência é descobrir que é a medicina descobri Sobre alimentação o gás carbônico e água e sais minerais	Faltou na data

Rays	Não sei	A Ciência é um modo de descobrir o que existe no universo e de como as coisas funcionam. Parte de como funcionaram no passado e de como irão funcionar no futuro. Os cientistas são motivados pela emoção de ver ou descobrir algo que ninguém fez antes.	Faltou na data
-------------	---------	---	----------------

7.1.3.2 Análise e discussão das respostas ao questionário NOSLit – pós-teste

Como proposto por Wenning (2008), o NOSLit é um instrumento que pode ser utilizado para averiguar a eficácia de um programa de ensino em relação à alfabetização científica. Com a intenção de averiguar a eficácia da SD, as mesmas questões foram utilizadas como pós-teste ao final da intervenção pedagógica.

No final da SD, foram respondidos vinte questionários. Os resultados em números absolutos estão apresentados no Quadro 34 e no Quadro 35 estão apresentados em porcentagem. Para facilitar a leitura, os resultados das respostas adequadas do teste, de acordo com Wenning (2008) estão destacadas em cinza.

É importante rememorar que alunos são continuamente matriculados ao longo do semestre assim como desistem do curso por motivo de trabalho. No entanto, uma parte dos respondentes acompanhou a SD desde pelo menos a parte final do primeiro bloco até o final da SD.

Quadro 34 - Resultado do NOSLit-adaptado final							Quadro 35 – Resultado do NOSLit – adaptado final (%)					
Questão	a	b	c	d	e	nulo	Questão	a	b	c	d	e
1	0	6	10	1	1	2	1	0	30	50	5	5
2	3	8	3	4	1	1	2	15	40	15	20	5
3	1	4	1	9	0	5	3	5	20	5	45	5
4	4	0	9	2	4	1	4	20	0	45	10	20
5	0	0	13	0	2	5	5	0	0	65	0	10
6	15	2	0	-	-	3	6	75	10	-	-	-
7	12	5	2	-	-	1	7	60	25	10	-	-
8	19	-	-	-	-	1	8	95	-	-	-	-
9	13	4	1	-	-	2	9	65	20	5	-	-

Retomando as percepções iniciais sobre ciências que foram já foram vistas e consideradas menos informadas para a maioria dos estudantes deste grupo-classe:

- da elaboração de hipóteses (questão 2) com cerca de 25% de acertos
- do papel da criatividade na ciências (questão 3) com cerca de 30% de acertos

- da comunidade e discurso de autoridade (questão 4) com cerca de 30% de acertos
- da visão neutra da ciência (questão 9) com 10% de acertos

Vimos também que as percepções iniciais sobre ciências consideradas informadas para a maioria dos estudantes deste grupo-classe foram:

- acerca do “método” empírico e do papel das generalizações (questão 1) com cerca de 65% de acertos
- percepção pública sobre a ciência (questão 5) com 65% de acertos
- percepção pública da honestidade intelectual do cientista (questão 6) com 84% de acertos
- percepção pública da comunidade científica (questão 7 com 65% de acertos e questão 8 com 70% de acertos).

Com a mesma finalidade de comparação, o Quadro 35 foi transcrito abaixo.

Quadro 35 – Resultado do NOSLit –adaptado final (%)

Questão	a	b	c	d	e	nulo
1	0	30	50	5	5	10
2	15	40	15	20	5	5
3	5	20	5	45	5	25
4	20	0	45	10	20	5
5	0	0	65	0	10	25
6	75	10	-	-	-	15
7	60	25	10	-	-	5
8	95	-	-	-	-	5
9	65	20	5	-	-	10

A porcentagem de acertos nas percepções finais sobre ciências anteriormente consideradas menos informadas para a maioria dos estudantes deste grupo-classe aumentou: da elaboração de hipóteses (questão 2) passou de cerca de 25% de acertos para 40% de acertos

- do papel da criatividade na ciências (questão 3) passou de cerca de 30% de acertos para 45%
- da comunidade e discurso de autoridade (questão 4) passou de cerca de 30% de acertos para 45%
- da visão neutra da ciência (questão 9) passou de cerca de 10% de acertos para 65%.

Tendo tido um número maior de estudantes que acertaram, pode-se considerar que diminuiu, entre esses estudantes, a percepção menos informada sobre estas CdCs.

As percepções finais sobre ciências anteriormente consideradas mais informadas para a maioria dos estudantes deste grupo-classe foram:

- acerca do “método” empírico e do papel das generalizações (questão 1) que passou de cerca de 65% de acertos para 50%
- percepção pública sobre a ciência (questão 5) que se manteve em 65% de acertos
- percepção pública da honestidade intelectual do cientista (questão 6) que passou de 84% de acertos para 75%
- percepção pública da comunidade científica (questão 7) que se manteve de 65% de acertos em 60% e a questão 8 passou de 70% de acertos para 95%

Embora haja muita dificuldade para os alunos da EJA em frequentar continuamente às aulas pelos mais diferentes motivos, este resultado, mesmo que haja boa parte dos alunos envolvidos de maneira descontínua com o processo da intervenção pedagógica, indicam que dentre as percepções mais informadas sobre ciências que já estavam presentes antes da experimentação com a SD, o número de acertos ou permaneceu aumentou. Esses resultados sobre a introdução da história da ciência como ferramenta para as aulas de ciências na Educação de Jovens e Adultos mostram que houve contribuição para o desenvolvimento de uma percepção mais informada sobre ciências conforme a hipótese levantada por esta pesquisa.

7.1.3.3 A sondagem sobre observação e inferência

“Um aspecto adicional importante é a distinção entre observação e inferência.” (LEDERMAN E LEDERMAN, 2006, p. 5-6). Em consonância com os autores que trabalharam com o mesmo segmento de ensino (ensino fundamental II ou *secondary school*), embora num curso regular, a partir da prática da professora-pesquisadora esta pesquisa levantou uma hipótese inicial: a de que é difícil a compreensão da diferença entre observação e inferência pelos estudantes. Parece que, para a maioria dos estudantes, se as pessoas observam o mesmo fato ou fenômeno, elas interpretam-no da mesma maneira.

Essa não distinção entre observação e inferência pode levar a uma compreensão de ciência “neutra” que por sua vez leva a uma percepção de ciência como a busca de uma verdade absoluta e durável, diferente do que se pretendeu construir com essa SD.

Durante o desenvolvimento da SD foram utilizados trechos de fontes primárias. A utilização desses textos, além da intencionalidade do desenvolvimento da competência leitora e escritora dos estudantes, interessava para verificar se os estudantes podiam distinguir observação de inferência.

Por exemplo, no primeiro bloco de aulas, o fenômeno dos peixes foi apresentado e a seguir foram explicitadas para aos alunos as diferentes explicações para o fenômeno da dor e entorpecimento causado por certos tipos de peixes: a corpuscularista, as mecânicas e por fim, a elétrica. Qual seja, tratou-se da observação e da inferência.

Estiveram presentes dezoito alunos sendo 16 respondentes. Esperava-se que fossem assinalados na sequência, os números 1 para observação e 2 para explicação. Os resultados estão nos Quadros 36 com destaque em cinza para o número de respostas certas.

Quadro 36. Percepção sobre observação e explicação

frase e gabarito	nº. respostas certas
(1)A raia torpedo, o bagre do Nilo e a enguia do Suriname, entre outros tipos, são peixes que causam comoção, dor e entorpecimento nas suas presas e nas mãos de quem os toca.	8
(2)Os músculos emitem corpúsculos que penetram na pele das presas e das mãos de quem os toca. Os músculos emitem partículas torporficas ou elétricas.	8

Esses dados foram inconclusivos por dois motivos que se somam: o primeiro motivo é o fato dessa sondagem não ter sido feita no final da experimentação e ainda que tivesse sido feita, como muitos alunos respondentes não estavam matriculados ou frequentando as aulas em que se procurou distinguir entre observação e explicação. De toda forma, percebe-se que a metade dos alunos da amostragem, frequentes ou não, sabia distinguir entre observação e explicação, pelo menos para o fenômeno dos peixes.

7.2 Resultados e discussão sobre C e HC

7.2.1 O instrumento de coleta de dados

Nesta seção é apresentada a análise sobre o grau de compreensão dos conceitos de ciências que foi desenvolvido pelos estudantes na temática da evolução biológica.

O instrumento elaborado para coleta de dados está de acordo com a proposta dos autores Southerland, Smith e Cummins (2005) e foi escolhido porque utiliza figuras para ilustrar as questões o que auxilia muito aos estudantes dessa etapa e desse segmento de ensino.

Segundo Southerland, Smith e Cummins (2005) o professor-pesquisador pode utilizar entrevistas elaboradas e implementadas a fim de sondar como se deu a aquisição acerca de um conceito ou de um grupo de conceitos pelos aprendizes. Os autores recomendam que durante a entrevista, o professor utilize “probes” ou questões exploratórias como, por exemplo, pedir que o aluno explique com suas próprias palavras o que compreendeu sobre o conceito; pedir que o aluno use de modo explícito o conceito a ser avaliado para resolver um problema ou para ser aplicado em uma situação. E que só interfira para ajudar o aluno entrevistado a expressar suas próprias ideias.

As entrevistas devem ser gravadas em áudio. Para esses autores, o inconveniente do uso da entrevista estruturada é a demanda de tempo para fazer individualmente, isto é, com cada um dos alunos. Assim, os autores sugerem que se faça uma amostragem seletiva para que a entrevista estruturada se torne praticável.

Seguindo as sugestões de Southerland, Smith e Cummins (2005) para esta avaliação as questões de sondagem foram elaboradas pela professora-pesquisadora e os critérios utilizados estão no Quadro 37.

Quadro 37 - Os critérios para elaboração das questões exploratórias

Questão	Grau de compreensão
I	Reconhecimento do conceito acerca da origem das espécies
II	Reconhecimento do conceito de seleção artificial. Aplicação do conceito sobre métodos e procedimentos: Darwin e os pombos domésticos.
III	Aplicação do conceito para resolução de problemas numa situação fictícia.
IV	Diferenciar a construção de explicações causais de “descoberta”.

7.2.2 Os resultados

A Questão I avaliou o reconhecimento do conceito atual acerca da origem das espécies por parte dos estudantes, como retomado a seguir:

I-) Observe cuidadosamente as figuras A e B abaixo. Elas representam duas maneiras de explicar a origem das espécies ao longo do tempo.

Figura A

Figura B

Qual das duas figuras explica melhor a origem da diversidade de tipos segundo a ciência atual? Justifique sua escolha.

Foram dez respondentes, dos quais 30% explicaram a origem das espécies a partir da Figura A (sem modificar ao longo do tempo). Os outros sete estudantes optaram pela figura B e a justificativa mais frequente é devido ao aparecimento de grande diversidade em espécies na natureza. A maioria dos estudantes compreendeu que basicamente as espécies se transformam umas nas outras ao longo do tempo de acordo com a ciência atual.

A Questão II avaliou o conceito de seleção artificial e sobre os métodos e procedimentos de Darwin explicá-la:

II -) Observe a figura abaixo que representa a origem das variações em pombos domésticos

Circule o ancestral comum. E explique como teriam surgido as variedades de pombo doméstico segundo a ciência atual.

Apesar de alguns estudantes terem tido dificuldade em assinalar o pombo-da-rocha como ancestral comum às variedades de pombo doméstico, 70% explicou a seleção artificial tendo o ser humano como responsável.

Ao triangular com a entrevista, foi possível perceber que muitas vezes é apenas dificuldade em lembrar dos termos como colocado em *itálico*:

Aluno não identificado: Eu coloquei: "Seleção natural com o pombo da rocha, com variação da espécie".

Maisa: Sim, mas porque você chamou de seleção natural?

Aluno não identificado: Bom, porque uma parte a natureza fez.

Maisa: Mas por que surgiram essas variedades, teve interferência do ser humano?

Aluno não identificado: Sim.

Maisa: E aí como chama? Quando o ser humano não põe o dedo e quando ele faz os cruzamentos e escolhe uma coisa que interessa? Tinha um nome, não é?

Aluno não identificado: Sim, aí eu estou tentando lembrar. Porque nas árvores seria como o enxertamento das plantas. Agora nesse daqui, eu não consigo lembrar.

A Questão III solicitou a aplicação do conceito de seleção natural para explicar uma situação fictícia:

III -) Observe a figura abaixo

a-) Qual das variações de girafa tem mais chance de conseguir comer as folhas jovens e macias de acácia que nascem no alto da copa: as de pescoço curto (A) ou as de pescoço longo (B)? Por que?

b-) Ao longo do tempo qual tipo de girafa vai sobreviver por ter conseguido se alimentar e deixar descendentes: A ou B? Explique com suas palavras.

c-) Qual poderia ser uma evidência de que teriam existido girafas de pescoço curto e que não sobreviveram no ambiente de árvores altas?

Dos doze respondentes, todos (100%) responderam que as girafas de pescoço longo teriam mais chances de comer as folhas tenras do alto da copa das acácias do que as girafas de pescoço curto. No entanto, durante a entrevista foi possível ver que os estudantes ficam muito preocupados com a escrita de suas ideias:

Maisa: Qual a sua dúvida, seu João? Você escolheu B, por quê?

João: Escolhi B, por que ela tem mais chances de vida. Ela consegue se virar mais pela altura. A menor já não tem essa possibilidade que a outra tem, a outra é mais superior. Essa fica na espera e ela não está conseguindo e a outra... [silencia]

Maisa: Eu sei que o senhor fica preocupado com a escrita, não é? Não vai desistir, está boa a sua resposta. Se o senhor precisar de mais tempo pra escrever não têm problema. Tempo não é problema pra nós.

E as respostas expressam ideias como: se não houver mudanças no ambiente ao longo do tempo, as girafas de pescoço curto iriam diminuir em número devido a dificuldade em se alimentar e deixariam menos “girafinhas” do que as girafas de pescoço longo. As girafas de pescoço curto perderiam a luta pela sobrevivência.

Trinta e três por cento dos estudantes iriam buscar fósseis de girafas como evidência para explicar este fato; 25% dos estudantes não sabem como poderiam saber se existiram girafas de pescoço curto:

Maisa: A Natureza também ou só a natureza? Não tem cerca, elas estão na natureza. Então como é que se chama essa seleção?

Aluno 6: Sobrevivência da mata...

Maisa: Sobrevivência do que for mais capaz de comer. Agora tentem descrever isso com as suas palavras. Às vezes a gente tenta falar, mas a dificuldade maior vem na escrita. Qual poderia ser uma evidência de que existia girafas de pescoço curto que não sobreviveram nesse ambiente de árvores altas? Qual o documento [a evidência]

que poderíamos procurar pra dizer que existiam, sim, girafas com o pescoço mais curto. Então, se você é um cientista você tem que procurar uma evidência pra convencer. O que você procuraria?

Vários Alunos: Fósseis; ovos; restos mortais.

Um fato interessante foi que um grupo de estudantes defendeu que as girafas de pescoço curto poderiam sobreviver ao longo do tempo se alimentando de grama ou de outras folhas tenras encontradas no chão e até mesmo das folhas de acácias jovens. Estas explicações revelam um conhecimento, da vivência dos alunos adultos.

A Questão IV solicitou que fosse distinguida “descoberta” da elaboração de uma explicação baseada em evidências:

IV-) Leia o quadrinho abaixo:

Darwin “descobriu” como ocorre a origem das espécies ou foi uma ideia desse estudioso baseada em evidências para explicar a origem das espécies? Escreva como você entende a explicação científica aceita hoje em dia sobre a origem das espécies.

Apenas um aluno (8%) escreveu que não sabia se Darwin havia feito uma “descoberta” ou se ele havia criado uma ideia baseada em evidências para explicar a origem das espécies.

Cerca de 42% dos respondentes escreveram que Darwin “descobriu” a origem das espécies baseado em pesquisa, estudos e evidências. Cerca de 50% dos estudantes escreveram que Darwin desenvolveu uma ideia baseado em evidências, pesquisa e estudo para explicar a origem das espécies. Pode-se perceber o processo de aprendizagem do grupo de estudantes como um todo: metade percebeu o papel da criatividade na ciência, um dos alunos estava no processo de reflexão. Alguns, apesar de utilizarem o termo “descoberta”, essa “descoberta” estaria baseada em pesquisa, estudos e evidências.

Uma das alunas entrevistadas teve muita facilidade em explicar o conceito de seleção natural na oralidade tendo os quadrinhos para consultar:

Maisa: Aí tem um velhinho de barba branca, e o que ele tá falando?

Raquel (Aluna): "Fazendo os cruzamentos certos, o homem consegue que os animais e as plantas tenham características que deseja".

Maisa: Aí está dizendo da vaca leiteira...

Raquel (Aluna): "Suas tetas são resultado de seleção artificial. Sabia que não eram naturais".

Maisa: Aí está a mulher falando...

Raquel (Aluna): O fazendeiro escolhe o porco mais gordo para ser o reprodutor.

Maisa: Aí o porco fala assim: gordo não, fofinho.

Raquel (Aluna): E por aí vai. Na natureza, quem faz a seleção não é o homem, é a luta pela existência.

Considerando que essa temática da evolução biológica não é usual para esse segmento de ensino, portanto, não havia possibilidade de memorizar conceitos porque não lhes foi oferecido textos didáticos ou paradidáticos sobre o tema, que foram utilizados textos de fontes primárias com o auxílio da professora-pesquisadora e todas as demais características do perfil desse grupo-classe já muito discutidas, esta pesquisa mostrou que o episódio da história da ciência auxiliou na compreensão de conceitos biológicos e pode ser uma ferramenta para o ensino de ciências em turmas com perfil e contexto semelhantes.

Conclusão

Quando se diz que o objetivo de uma pesquisa é introduzir a história da ciência nas aulas de ciências de um determinado segmento do ensino formal, há que se considerar que existem várias tendências e propostas possíveis como explica Silva e Martins (2003). Por exemplo, através da replicação de experimentos históricos, da discussão de controvérsias, de estudo de caso e outras. Há que se considerar também que essa introdução pode ser feita com diferentes objetivos como informar sobre as características da ciência ou sobre a investigação científica, ou ainda apresentar a relação entre Ciência e o contexto social, ou aprender leis e teorias científicas.

Não se pode desconsiderar também que essas tendências e propostas com seus diferentes objetivos são ainda pautadas em diferentes correntes pedagógicas e perspectivas historiográficas.

Diante de tantas possibilidades, esta tese já no próprio fazer História da Ciência elaborou um recorte original sobre o fenômeno da dor e entorpecimento causado por certos tipos de peixes, tomando-os como único material biológico discutido ao longo de duzentos e poucos anos.

Acredita-se que um estudo com o mesmo material biológico e um mesmo fenômeno pode facilitar aos estudantes a compreensão das diferentes explicações científicas dando aos estudantes a possibilidade de vivenciar e de ir percebendo a ciência como processo coletivo e histórico, um dos objetivos da SD aqui trabalhada.

Os resultados da análise histórica mostraram que o processo de construção da ciência para explicar o fenômeno e a origem dos órgãos elétricos de peixes de diferentes grupos taxonômicos não foi linear, nem foi conduzido apenas pela Biologia ou por apenas uma das diferentes áreas em que se hoje se divide as ciências naturais e esteve intimamente ligado aos estudos dos eletricitistas.

Apesar disso, esta pesquisa produziu uma sequência didática com quatro diferentes objetivos simultâneos reunidos aula a aula conforme os planos de ensino apresentados no capítulo 6: objetivos de ciências, de história da ciência, de características da ciência e favorecer o desenvolvimento das habilidades científicas e das competências leitora e escritora e da competência de compreender a ciência como uma das maneiras de explicar a natureza.

Para isso, não poupou esforços para fazer a recontextualização(o buscar relações com a ciência, enquanto produto e processo) da análise histórica para alunos reais da Educação de Jovens e Adultos. A SD, um dos produtos desta pesquisa foi pautada em perspectiva historiográfica atual conforme apresentado na fundamentação teórica e na aprendizagem

baseada em problemas na qual os alunos são aprendentes ativos e o (a) professor (a) um mediador do processo.

A SD elaborada e validada foi implementada em 2014 em turmas mais avançadas da EJA como um projeto-piloto e vários problemas foram corrigidos e isto levou até a exclusão de um bloco de aulas que se relacionava ao capítulo 2 da Parte I desta tese devido às diferentes dificuldades apresentadas pelo público-alvo. Não se tratou de deixar para trás um desafio, mas, o de respeitar o processo dos estudantes e a avaliação feita pela comunidade escolar conforme se pode ver no Apêndice I – Parecer do Conselho de Escola sobre a pesquisa.

Esta pesquisa ainda no esforço de recontextualizar o estudo de caso para esse público-alvo, selecionou e organizou os materiais instrucionais em ordem cronológica. Os vários materiais instrucionais foram modelados a partir de imagens e citações de fontes primárias traduzidas pela professora-pesquisadora ao português com o objetivo de colaborar com o desenvolvimento da competência leitora e escritora desses estudantes.

Para elaborar esse material houve o cuidado de procurar manter a semântica da época tanto quanto possível, por exemplo, utilizando termos como “virtude elétrica”, “comoção”, “partículas torporífica”, estudiosos e outras. As imagens foram utilizadas para que os alunos pudessem refletir sobre os costumes como roupas, uso de perucas e outros. Em alguns materiais foi possível também utilizar fontes secundárias de modo que os alunos pudessem se confrontar com documentos históricos, aprender a ler esses documentos e assim vivenciar a metodologia da história da ciência. A apresentação desses materiais instrucionais, muito simples e baratos, constituem uma fonte de informação de que a história da ciência efetivamente entrou pela porta de uma das salas de aula de ciências, mas, sem descuidar do ensino de ciências.

A SD foi utilizada não apenas como ferramenta de ensino, mas, como ferramenta da pesquisa qualitativa para a investigação de uma possível relação (ou não) entre a utilização da história da ciência nas aulas de ciência e a aprendizagem do público-alvo de conteúdos científicos e características da ciência conforme objetivo da tese.

Na tentativa de conseguir elementos para a análise foram recolhidos em sala de aula, dados de diferentes fontes e em diferentes momentos (antes, durante e depois) da experimentação com a SD. As fontes de dados coletados e triangulados foram os questionários pré e pós teste, as entrevistas semiestruturadas e estruturadas, os registros dos alunos, os comentários da professora-pesquisadora sobre as observações que foram registradas em áudio e transcritas.

Apesar da frequência irregular às aulas que se deve à questões pessoais como, com quem deixar os filhos pequenos para voltar aos estudos, como aceitar trabalho longe da casa ou da escola permanecendo muito tempo nos congestionamentos da cidade e como a própria legislação que garante aprovação ao aluno que frequentar 50% do total de aulas, pode-se concluir que os resultados obtidos durante esta investigação foram suficientes para justificar tanto a aceitação do modelo de trabalho adotado como também a continuidade da pesquisa.

Os resultados mostraram que a maioria dos estudantes compreendeu o conceito de seleção natural, temática distante do dia a dia desses estudantes e considerada difícil por muitos professores de Biologia. Esta pesquisa chegou a essa conclusão porque os estudantes não tinham condições leitoras para responder às questões da sondagem e entrevista estruturada fosse a partir de consulta à web ou à materiais didáticos e paradidáticos sobre o tema da evolução biológica que, e geral, é elaborado para o ensino médio. E nem como consultar os materiais impressos utilizados nas aulas porque esses materiais eram recolhidos pela professora-pesquisadora ao término da aula e só devolvidos na aula seguinte caso houvesse necessidade de se terminar alguma tarefa.

Os resultados dos pós-teste mostraram que a um grupo maior, em porcentagem, de estudantes adquiriu uma concepção mais informada sobre ciências do que algumas percepções iniciais.

Não se teve a pretensão de exaurir o tema nem de propor generalizações já que a forma de trabalho concebida e adotada para esta pesquisa consistiu em uma tentativa de verificar se este tipo de estudo poderia ser viabilizado para esse público-alvo e se as informações obtidas seriam encorajadoras para sugerir a continuidade de pesquisas, na EJA, sobre a temática em questão e com o tipo de metodologia adotado.

Os resultados justificam a viabilidade da introdução da história da ciência nas aulas de ciências como uma ferramenta para o aprendizado simultâneo de ciências e sobre ciências em turmas da Educação de Jovens e Adultos.

Faz-se necessário, no entanto, mencionar alguns dos problemas decorrentes dos tipo de metodologia como os instrumentos de coleta de dados e a própria análise dos dados. E, de outros problemas conjunturais.

O primeiro elemento a ser considerado um problema foi a variável relativa à professora como fonte de informações. A dificuldade da pesquisadora tratou-se de se trabalhar, empírica ou concretamente, com esse elemento do processo. O fazer pedagógico de um (a) outro (a) professor (a) poderia fornecer mais informações sobre a introdução da história da ciência nas aulas de ciências. No entanto, acatou-se a sugestão da banca de

qualificação de que a pesquisa focasse apenas na aprendizagem dos alunos, diminuindo pelo menos essa variável desta pesquisa científica. Muitos dados extremamente ricos foram coletados, mas, estão cuidadosamente guardados para um outro momento porque não respondiam aos objetivos da tese ou da SD. Por exemplo, uma das professoras da escola que estava na apresentação da pesquisa para o Conselho de Escola e para validação da SD e dos materiais instrucionais, identificou-se como sendo evangélica. Na turma havia alunos que se identificaram como sendo evangélicos. Na percepção da referida colega, os estudantes conseguiriam compreender os conceitos científicos, mas, conforme é aprendido nas igrejas desde a infância, a interpretação que se dá, segundo a professora, é a de que Deus criou o Universo, os seres vivos que depois seguiu o curso da evolução na natureza, sem interferência Divina. As professoras alfabetizadoras e de segunda língua preocuparam-se com a terminologia que seria introduzida nas aulas. E muitos outros dados e depoimentos que suscitaram novas perguntas.

O segundo elemento considerado problema refere-se ao fato de não se ter tido condições de se definir um critério único de análise dos dados já que o público da EJA é muito heterogêneo e flutuante, qual seja, poucos estudantes estiveram presentes em todas as aulas da SD. Deste modo, não houve um jeito contínuo de se obter informações acerca de ideias, discussões e/ou análises dos conceitos construídos pelos estudantes, sequer por amostragem.

Apesar de problemático, é o que é real. Contudo, esta pesquisa superou esse problema ao escolher dados de três momentos diferentes e ganhou na fidedignidade. A pesquisa mostrou também que as entrevistas e a observação participante da professora-pesquisadora são os instrumentos mais importantes para detectar se os sujeitos expressaram, de fato, suas percepções e compreensão dos conceitos. Os materiais instrucionais diferenciados e as questões trazidas pelos alunos durante a experimentação com a SD geraram movimento na comunidade escolar.

O terceiro elemento refere-se à ausência da confrontação dos dados obtidos com outros dados devido à ausência de instrumentos que permitissem a identificação de percepções públicas da ciência, no contexto da sala de aula. Nesse sentido, esta pesquisa optou por um teste consagrado pela literatura internacional que foi considerado adequado para a compreensão deste público-alvo já que bastava assinalar com um X a melhor resposta. Apesar de se ter encontrado estudos dedicados à coleta de informações sobre alfabetismo científico e percepção pública da ciência no contexto brasileiro, só se tem acesso aos resultados dessas pesquisas. Assim, esta pesquisa mostrou a necessidade de se desenvolver

um trabalho na direção de se discutir e criar instrumentos de sondagem adequados para as escolas brasileiras como o Índice de Letramento Científico.

O quarto elemento diz respeito às questões externas que interferiram na SD por interferirem na frequência dos alunos ou por trazer conflitos para dentro da sala de aula conforme nota da professora:

O dia 21 de abril foi Feriado Nacional. No dia 23 de abril eu precisei faltar. No dia 28 de abril houve paralisação dos professores da escola para início das negociações salariais para 2016. Hoje, dia 30, também não haverá aula porque estamos em Conselho de Classe já que precisamos elaborar a síntese das avaliações dos alunos e publicá-las para ciência inequívoca. Além disso, temos muitos menores de idade faltando e precisamos informar ao Conselho Tutelar ou às instituições que os acolhe quando em conflito com a lei.

Passaram-se duas semanas sem aulas. Na próxima aula, vou ter que ver o que eles se lembram e dedicar uma meia hora para retomar os conteúdos desenvolvidos. Começo a ficar preocupada que não dê tempo de aplicar toda a SD como foi planejada. Ainda está acalorado o debate da PL 4330 sobre a maioria penal que deixa os jovens muito agitados. Só para agravar, o bairro está sofrendo com muitos assaltos e sequestros relâmpago, com isso, as aulas terminam mais cedo porque os alunos simplesmente vão embora. Eles ficam com medo de esperar ônibus ou andar a pé pelo bairro depois das 22 horas. Muitos tiveram suas mochilas roubadas, Difícil! Dividi minha angústia com os colegas do GHBE. Mas, não se tem muito o que fazer...

E isto é, também, o real. Isto é o cotidiano do ensino básico nas escolas públicas do município de São Paulo.

Por fim, cabe esclarecer, que elaborar uma pesquisa empírica procurando articular diferentes campos de pesquisa e suas metodologias para o desenvolvimento desta tese e direcioná-los para esses estudantes, mudou a percepção da professora-pesquisadora sobre o processo de investigação científica. Seja qual for o segmento de ensino, a pesquisa deve vir sempre acompanhada pela fala, pela interlocução com os pares e com pesquisadores mais experimentados; pelo ouvir com o cérebro o que o outro está dizendo ou elaborando; pela discussão fundamentada; pela leitura e pela escrita.

Os próximos desafios da professora-pesquisadora são três: voltar-se para os dados coletados e aprofundar a análise a partir de outros objetivos; re-aplicar a mesma sequência didática num ciclo iterativo a fim de aprimorar os materiais instrucionais e criar instrumentos novos para avaliar o processo; e, se nada disso for possível, pelo menos elaborar novas sequências didáticas tendo a história da ciência como ferramenta para o ensino de ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD-EL-KHALIK, Fouad; LEDERMAN, Norman G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of literature. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.

ABD-EL-KHALICK, Fouad. Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. **Science & Education**, v. 22, n. 9, p. 2087-2107, 2013.

ABRAMUNDO. Disponível em: <http://www.abramundo.com.br/quem-somos/>. Acesso em: 18 abr 2016.

AÇÃO EDUCATIVA. Disponível em: <http://www.acaoeducativa.org.br/index.php/quem-somos>. Acesso em: 18 abr 2016.

ADANSON, Michel. **Histoire Naturelle Du Sénégal: coquillages: avec la relation abrégée d'un voyage fait en ce pays, pendant les années 1749, 50, 51, 52 & 53**. Paris: Chez Claude-Jean-Baptiste Bauche, 1757.

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; IZQUIERDO-AYMERICH, Mercè. A research-informed instructional unit to teach the nature of science to pre-service science teachers. **Science & Education**, v. 18, n. 9, p. 1177-1192, 2009.

AKERSON, Valarie L.; EL-KHALICK, Fouad Abd.; LEDERMAN, Norman G. Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of Science. **Journal of research in Science Teaching**, v.32, n.4, p. 295-317, 2000.

ALDROVANDI, Ulisses. **De piscibus libri 5. et De cetis lib. vnus. Ioannes Cornelius Vteruerius ... collegit. Hieronymus Tamburinus in lucem edidit ... Cum indice copiosissimo. Editora Bononiae, Hieronymi Tamburini**, 1613, p. 417-418. Disponível em: http://amshistorica.unibo.it/diglib.php?inv=17&int_ptnum=&term_ptnum=5&format=jpg&comment=0&zoom. Acesso em: 10 set 2012.

ALLCHIN, Douglas. Scientific myth-conceptions. **Science & Education**. v. 87, p.329-351, 2003.

_____, Douglas. Pseudohistory and Pseudoscience. **Science & Education**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, v.13, p. 179-195, 2004.

_____, Douglas. Teaching science Lawlessly. **Constructing Scientific Understanding through Contextual Teaching**. Peter Heering e Daniel Osewold (eds.), Berlim, Frank&Timme, 2007, p. 13-31.

_____, Douglas. Evaluating knowledge of the nature of (Whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

_____. Problem- and Case-Based Learning in Science: an introduction to distinctions, values, and outcomes. **Life Sciences Education**, v. 12, p. 364-372, 2013.

ARTIGUE, Michele. Engenharia Didáctica. **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, p. 193-209, 1996. Direcção Jean Brun.

BALDWIN, Barry. The career and work of Scribonius Largus. Disponível em <http://www.rhm.uni-koeln.de/135/Baldwin.pdf> e acessado em 25 de julho de 2016.

BANCROFT, Edward. Letter II, Rio Demerary, 15 de novembro de 1766, 193-XXX. An essay on the natural history of Guiana, in South America: containing a description of many curious productions in the animal and vegetable systems of that country together with an account of the religion, manners and customs of several tribes of the Indian inhabitant. Interposed with a variety of literary and medical observations. In: **Several letters MDCCLXIX** [1759], p. 191-200. Disponível em: <<http://archive.org/index.php>>. Acesso em: 17 set 2012.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 3ª. Lisboa: Edições, v. 70, 2004.

BASTOS, F. **História da Ciência e ensino de biologia: a pesquisa médica sobre a febre amarela (1881-1903)**. 1998. 212 fls. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

BEER, G. de. Darwin, C.R. In: Gillispie, C.C. (Ed.). **Dictionary of Scientific Biography**. New York: Charles Scribner's Sons, v. 3, p. 565-577, 1981.

BITTENCOURT, Fabricio B.; PRESTES, Maria E. B. **O tratamento dado à História da Biologia nos livros didáticos brasileiros recomendados pelo PNLEM-2007: análise das contribuições de Gregor Mendel**. 2013. 80 fls. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, modalidade Ensino de Biologia) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

BIZZO, Nélío. História da Ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? Brasília: Em Aberto, ano 11, n. 55, jul/set. 1992.

BIZZO, N.; EL-HANI, C.N. **O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel**. *Filosofia e História da Biologia*, v.4, p. 1-16, 2009. Disponível em: < <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-v04.html> >. Acesso em 17 set 2012.

BOGDAN, R.C., BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Trad. Maria J. Alvarez, Sara B. dos Santos, Telmo M. Baptista. Porto: Porto Editora, 1994. (Coleção Ciências da Educação).

BRASIL. Lei No 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Seção V, Art. 37. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 20 dez 1996. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. **Proposta curricular para a educação de jovens e adultos: segundo segmento do Ensino Fundamental – 5ª a 8ª séries**. Brasília: MEC/SEF, 2002.

BRASIL. MEC. **Parecer CNE 11/2000: Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos**. Brasília: Câmara de Educação Básica, 2000. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pedf/eja/legislacao/parecer_11_2000.pdf>. Acesso em: 12 out 2014.

BUFFON, Georges-Louis Leclerc, conde de. **Ouevres: textes choisis, présentés et annotés par Stéphane Schmitt, avec la collaboration de Cédric Crémère**. Paris: Gallimard, 2007.

BUTTERFIELD, Herbert. **The Whig Interpretation of History**, 1931. Disponível em <[http://cdn.preterhuman.net/texts/literature/general/Butterfield%20\(Herbert\)%20The%20Whig%20Interpretation%20of%20History.pdf](http://cdn.preterhuman.net/texts/literature/general/Butterfield%20(Herbert)%20The%20Whig%20Interpretation%20of%20History.pdf)>. Acesso em: 13 mai 2014.

BYNUM, W.F.; BROWNE, E.J.; PORTER, R. (Eds.). **Dictionary of History of Science**. Princeton: Princeton University Press, 1985.

CALUZI, J.J. O ‘uso terapêutico’ da eletricidade e do magnetismo. **Scientific American**, Brasil, 2002. Edição Especial: Os Grandes Erros da Ciência.

CARUS, J.V. para Darwin, C.R. Letter 6974 de 06/11/1869. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em < <http://www.darwinproject.ac.uk/entry-6974> >. Acesso em: 15 abr 2013.

CICILLINI, G.A. A história da ciência e o ensino de biologia. **Ensino Em-Revista**, v.1, n.1, p.7-17, 1992.

CLAPARÉDE, J.L.R.A. para Darwin, C.R. Letter 3715 de 08/09/1862. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em < <http://www.darwinproject.ac.uk/entry-3715>>. Acesso em: 15 abr 2013.

CHANG, Yueh-Hsia; Chang, Chun-Yen; Tseng, Yuen-Hsien. Trends of Science Education Research: An Automatic Content Analysis. *Journal of Science Education Technology*, v.19, p. 315-331, 2010.

DAGHER, Zoubeida R.; ERDURAN, Sibel. Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. **Science & Education**, v. 25, p. 147-164, 2016.

DANIS, Claudia. Processos de aprendizagem dos adultos numa perspectiva de desenvolvimento. In: **Aprendizagem e desenvolvimento dos adultos**. Tradução Joana Chaves. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

DARWIN, Charles Robert. Chapter VI. Difficulties on theory. **On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. London: John Murray [1st ed.], 1859, p. 171-206,. Disponível em <<http://darwin-online.org.uk>>. Acesso em: 22 fev 2013.

_____. Chapter VI. Difficulties on theory. **On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. London: John Murray [2nd ed.], 1860, p. 176-206. Disponível em <<http://darwin-online.org.uk>>. Acesso em: 22 fev 2013.

_____. Chapter VI. Difficulties on theory. **On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. London: John Murray [3rd ed.], 1861, p. 189-226. Disponível em <<http://darwin-online.org.uk>>. Acesso em: 22 fev 2013.

_____. Chapter VI. Difficulties on theory. **On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. London: John Murray [4th ed.], 1866, p. 199-247. Disponível em <<http://darwin-online.org.uk>>. Acesso em 22 fev 2013.

_____. Chapter VI. Difficulties on theory. **On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. London: John

Murray [5th ed.], 1869, p. 207-254. Disponível em <<http://darwin-online.org.uk>>. Acesso em 22 fev 2013.

_____. Chapter VI. Difficulties on theory. **On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. London: John Murray [6th ed.], 1872, p. 133-167. Disponível em <<http://darwin-online.org.uk>>. Acesso em 22 fev 2013.

_____. Chapter VI. Difficulties on theory. **On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. London: John Murray [6th ed.rev.], 1876, p. 133-167. Disponível em <<http://darwin-online.org.uk>>. Acesso em: 22 fev 2013.

_____. **A origem das Espécies e a Seleção Natural**. Tradutora: Freitas, Solange. São Paulo: Madras Editora, 2011.

_____. **A origem das espécies através da seleção natural ou a preservação das raças favorecidas na luta pela sobrevivência**. Tradução de Afonso, A. Portugal: Coleção Planeta Darwin, 2009. Disponível em <http://darwinonline.org.uk/converted/pdf/2009_OriginPortuguese_F2062.7.pdf>. Acesso em: 09 dez 2012.

_____. **A Origem das Espécies**. Tradução de Green, J. São Paulo: Editora Martin Claret, 2a. Ed., 2004.

_____. **Origem das espécies**. Tradução de Eugênio Amado. Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 2002. (Grandes obras da cultura universal, v.7).

_____. **A origem das Espécies**. Tradução de Fonseca, E. São Paulo: Hemus Livraria Editora, 1975.

_____. Charles Robert para Huxley, T.H. Letter 2020 de 13/12/1856. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em <<http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2020>>. Acesso em: 13 abr 2013.

_____. Charles Robert para Lyell, Charles. Letter 2925 de 23/09/1860. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em <<http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2925>>. Acesso em: 15 abr 2013.

_____. Charles Robert para Huxley, T.H. Letter 2986 de 18/11/1860. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em < <http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2986>>. Acesso em: 15 abr 2013.

_____. Charles Robert para Lyell, Charles. Letter 2996 de 24/11/1860. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em <<http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2996>>. Acesso em: 15 abr 2013.

_____. Charles Robert para Wymann, J.F.T. Letter 3005 de 03/12/1860. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em <<http://www.darwinproject.ac.uk/entry-3005>>. Acesso em 15/04/2013.

_____. Charles Robert para Huxley, T.H. Letter 3041 de 03/01/1861. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em < <http://www.darwinproject.ac.uk/entry-3041>>. Acesso em: 15 abr 2013.

_____. Charles Robert para Wymann, J.F.T. Letter 3056 de 03/02/1861. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em <<http://www.darwinproject.ac.uk/entry-3056>>. Acesso em 15/04/2013.

_____. Charles Robert para Müller, J. Letter 4881 de 03/02/1861. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em < <http://www.darwinproject.ac.uk/entry-3056>>. Acesso em: 15 abr 2013.

_____. Charles Robert para Wymann, J.F.T. Letter 4881 de 10/08/1865. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em < <http://www.darwinproject.ac.uk/entry-4881>> e acessada em 15/04/2013.

_____. Charles Robert para Lewes, G.H. Letter 6308 de 07/08/1868. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em < <http://www.darwinproject.ac.uk/entry-6308>>. Acesso em: 15 abr 2013.

DEMO, Pedro. **Educação e Alfabetização Científica**. Campinas: Editora Papirus, 2010.

DI PIERRO, Maria Clara; JOIA, Orlando; RIBEIRO, Vera Masagão. Visões da educação de jovens e adultos no Brasil. **Cadernos Cedes**, v. 21, n. 55, p. 58-77, 2001.

DURBANO, João Paulo Di Monaco. **Investigação de concepções de alunos do IB-USP acerca da Natureza da Ciência**. 2012. 175 fls. Dissertação (Mestrado Pós-Graduação em

Ciências Biológicas Bio/Genética) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2012.

DUSCHL, Richard A.; GRANDY, Richard. Two views about explicitly teaching nature of science. **Science & Education**, v. 22, n. 9, p. 2109-2139, 2013.

EL-HANI, Charbel N.; TAVARES, Eraldo J. M.; ROCHA, Pedro L. B. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre História e Filosofia das Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 3, p. 265-313, 2004.

ESCHMEYER, W. N. (ed). **Catalog of Fishes**. California Academy of Sciences. Versão electronica. Disponível em <<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>>. Acesso em: 21 set 2012.

FAPESP (São Paulo). Diretrizes para as atividades científicas. **Código de Boas Práticas Científicas**, 2014, p. 19-27.

FARADAY, M. **Experimental Researches in Electricity**. London: Richard and John Edward Taylor Printers and Publishers to the University of London, 1844, v. II, p. 1-17.

FARADAY, M. Experimental Researches in Electricity-Fifteenth Series. **Philosophical Transactions Royal Society of London**, 1838, v. 129, p. 1-12. Disponível em <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/129/1.full.pdf+html>>. Acesso em 17 set 2012.

FISHDATABASE. Disponível em: <http://www.fishdatabase.org>. Acesso em 21 set 2012.

FORATO, T. C. de M.; MOURA, B.A.; PRESTES, M.E.B. **Boletim de História e Filosofia da Biologia**, v.2, n.3, set. 2008. Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHIB). Disponível em: <<http://www.abfhib.org>>. Acesso em 10 set 2012.

FORATO, Thaís C. M. **A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. 2009. xx f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

FREIRE-MAIA, Newton. Teoria da Evolução: De Darwin à teoria Sintética. São Paulo: Editora Itatiaia Limitada e Editora da Universidade de São Paulo, 1988. 2v. (Coleção O Homem e a Ciência), v. 2.

GALLANT, J.R; HOPKINS, C.D. e DEITCHER, D.L. Differential expression of genes and proteins between electric organ and skeletal muscle in the mormyrid electric fish *Brienomyrus brachyistius*. **The Journal of Experimental Biology**, p. 2479-2494, 2011.

GILGE, Marcelo Viktor. **História da Biologia e ensino: contribuições de Ernst Haeckel (1834-1919) e sua utilização nos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2012 – Ensino Médio. 2013.** 106 fls. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

GILLISPIE, Charles Coulston (Ed). **Dictionary of Scientific Biography. Volume 1 Pierre Abailard – L.S. Berg.** 10^a ed. New York/Canada: Charles Scribner's Sons e Collier MacMillan, 1981.

GILLISPIE, Charles Coulston (Ed). **Dictionary of Scientific Biography. Volume 3 Pierre ACabanis – Heinrich von Dechen.** 10^a ed. New York/Canada: Charles Scribner's Sons e Collier MacMillan, 1981.

GILLISPIE, Charles Coulston (Ed). **Dictionary of Scientific Biography. Volume 7 Iamblichus – Karl Landsteiner.** 10^a ed. New York/Canada: Charles Scribner's Sons e Collier MacMillan, 1981.

GUIMARAES, Yara A. F.; GIORDAN, Marcelo. Elementos para validação de sequências didáticas. In: **ATAS DO IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – IX ENPEC.** Águas de Lindóia, 10 a 14 de novembro de 2013.

HEIKKINEN, Hannu L. T.; KAKKORI, Leena; HUTTUNEN, Rauno. This is my truth, tell me yours: some aspects of action research quality in the light of truth theories. **Educational Action Research** , Vol. 9, Iss. 1, 2001.

HÖTTECKE, Dietmar; SILVA, Cibelle C. Why implementing History and Philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, p. 293-316, 2011.

HOLLAND, H para Darwin, C.R. Letter 2578 de 10/12/1859. **Darwin Correspondence Database.** Disponível em < <http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2578>>. Acesso em 15 abr 2013.

HOLTON, Gerald. What historians of science and science educators can do for one another. **Science & Education**, v. 12, n. 7, p. 603-616, 2003.

HUBERMAN, Michaël. O ciclo de vida profissional dos professores, p. 31-61. In: Nóvoa, A (org.). **Vidas de professores**. Porto: Porto Editora, 2013. (Coleção Ciências da Educação, 2a. Ed).

HUNTER, J. Anatomical observations on Torpedo. **Philosophical Transactions of Royal Society**, v. 63, p. 481-489, 1773. Disponível em: <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/63/481.full.pdf+html>>. Acesso em: 17 set 2012.

HUNTER, J. An account of the Gymnotus Electricus. **Philosophical Transactions of Royal Society of London**, v. 65, p. 395-407, 1775. Disponível em: <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/65/395.full.pdf+html?sid=4f6bcadd-57d6-4963-9fa4-71fa31738621>>. Acesso em 17/ set 2012.

ILC. Indicador de Letramento Científico-Abramundo. Relatório técnico da edição de 2014. São Paulo, julho de 2014. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2014/08/imagens/Indice-Letramento-Cientifico.pdf>>. Acesso em: 14 abr 2016.

INEP. Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. ENCCEJA – Exame Nacional para a Certificação de Competências de Jovens e Adultos. **Matriz de competências**, 2002. Disponível em <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/encceja/matriz_competencia/Mat_Cien_Nat>. Acesso em 14 abr 2016.

INGEHOUSZ, J. Extract of a Letter from Dr. John Ingenhousz, F.R.S. to Sir John Pringle, Bart, P.R.S. containing some Experiments on the Torpedo, made at Leghorn (after having been informed of those by Mr. Walsh. Datada de 27 de março de 1773 de Salzburgo. **Philosophical Transactions of Royal Society of London**, v.65, p. 1-4, 1775. Disponível em: <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/65/1.full.pdf+html>>. Acesso em 17 set 2012.

INSTITUTO PAULO MONTENEGRO. Disponível em: < <http://www.ipm.org.br/pt-br/quemsomos/oinstitu/Paginas/default.aspx>>. Acesso em 18 abr 2016.

JENSEN, G.M. **Lazzaro Spallanzani (1729-1799) e o torpedo: um tipo de peixe elétrico?**. 2008, 99 fls. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP). São Paulo, 2008.

JENSEN, G.M.; PRESTES, M.E.B. As investigações de Lazzaro Spallanzani acerca do fenômeno do entorpecimento e dor causado pelos torpedos. **Filosofia e História da Biologia**, v.6, n.2, p. 227-250, 2011. Disponível em < http://www.abfhib.org/FHB/FHB-6-2/FHB-6-2-04-Gerda-Maisa-Jensen_Maria-Elice-Brzezinski-Prestes.pdf>. Acesso em: 21 abr 2016.

JOBERT, A.J. **Des appareils électriques des poissons électriques: atlas**. Paris: J-B. Ballière, 1858. Disponível em:

<http://books.google.com.br/books?id=TU8DAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 17 set 2012.

KHISHFE, Rola; ABD-EL-KHALICK, Fouad. Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. **Journal of research in science teaching**, v. 39, n. 7, p. 551-578, 2002.

KOERTZE, Noretta (Ed). **New Dictionary of Scientific Biography**.

LANKSHEAR, Colin; KNOBEL, Michele. **A handbook for teacher research**. McGraw-Hill Education (UK), 2004.

LAUGKSCH, R.C. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. **Science & Education**, v.84, art. 1, p.71-94, jan. 2000.

LAVILLE-SUR-ILLON, B.G.E, Conde de Lacèpede. **Histoire naturelle des poissons**. Paris: Chez Plassan, Imprimer Librarie, 1798-1803 (5 vols.). Disponível em:<http://www.archive.org/stream/cataloguegnrald00unkngoog/cataloguegnrald00unkngoog_djvu.txt>. Em:<http://www.buffon.cnrs.fr/ice/ice_page_detail.php?lang=fr&type=text&bdd=buffon&table=buffon_hn&bookId=52&pageOrder=192&typeofbookDes=hnp&facsimile=off&search=yes&q1=gymnote>. Acessos em 17 set 2012.

LEDERMAN, Norman G. Students' and teachers' conceptions of nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science teaching**. New York, v. 29, n.4, p. 331-359, 1992.

LEDERMAN, Judith Sweeney; LEDERMAN, Norman G. Developing and assessing elementary teachers' and students' understandings of nature of science and scientific inquiry. In: **ANNUAL MEETING OF THE NATIONAL ASSOCIATION FOR RESEARCH IN SCIENCE TEACHING**, Dallas, Texas. 2005.

_____, Norman G.; LEDERMAN, Judith S.; ANTINK, Allison. Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, v. 1, n. 3, 2013.

_____. Research on Nature of Science: Reflections on the Past, Anticipation of the Future. Asia-Pacific forum on science learning and teaching, v. 7, Iss. 1, **Foreword**, p. 2-5, jun/2006. Disponível em <http://www.ied.edu.hk/apfsit/download/v7_issue1files/foreword.pdf>. Acesso em: 21 abr 2016.

_____. Chapter 28-Nature of Science: past, present and future. p. 831-879. In: ABELL, Sandra K.; LEDERMAN, Norman G. (orgs.) **Handbook of Research on Science Education**. Lawrence Erlbaum and Associates, 2007. Disponível em < http://www.csss-science.org/downloads/NOS_Lederman_2006.pdf>. Acesso em 14 abr 2016.

LE GUYADER, H. **Geoffroy Saint-Hilaire: A Visionary Naturalist**. 1.ed. Chicago: University of Chicago Press, 2004.

LEITE, Laurinda. History of Science in Science Education: development and validation of a checklist for analyzing the historical content of science textbooks. **Science and Education**, v.11, n.2, p. 333-359, 2002.

LISSMANN, H. W. Continuous electric signals from the tail of a fish, *Gymnarchus niloticus* Cuv, **Nature**, p.167-201, 1951.

_____. On the function and evolution of electric organs in fish. **Journal of Experimental Biology**, v. 35, p. 156-191, 1958.

_____. Electric location by fish. *Scientific American*, n. 258, p.50-59, 1963.

_____, H.W., MACHIN, K.E. (1958). The mechanism of object location in *Gymnarchus niloticus* and similar fish. **Journal of Experimental Biology**, v. 35, p. 451-486, 1958.

LÓPEZ-VELARDE, Jaime Rogelio Calderón. Investigation on youth and adult education: the theses of a Latin American contest. **Educação e Pesquisa**, v. 40, n. 3, p. 699-716, 2014.

LORENZINI, Stephano. **Osservazioni intorno alle torpedini**. Firenze: L'Onofrio, 1678. Disponível em http://www.archive.org/details/osservazioniinto00orepuding_Humanities_Division e acessado em 25 de julho de 2016.

MCCOMAS, William F.; ALMAZROA, Hiya; CLOUGH, Michael P. The nature of science in science education: An introduction. **Science & Education**, v. 7, n. 6, p. 511-532, 1998.

MARTINS, André Ferrer Pinto. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, Lilian Al-Chuyer Pereira. A História da Ciência e o ensino de Biologia. **Ciência& Ensino**, n.5, p.18-21, 1998. Disponível em:

< <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/45/46>>. Acesso em: 17 set 2012.

_____. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v.11 n.2, p. 305-317, 2005.

_____. **A teoria da progressão dos animais, de Lamarck**. [Lamarck's theory on the progression of animals]. Rio de Janeiro: Booklink; São Paulo, FAPESP; Campinas, GHTEC, 2007.

MARTINS, Roberto de Andrade. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira História da Ciência**, v. 9, p. 3-5, 1990. Disponível em:<<http://www.ghTEC.usp.br/server/pdf/ram-42.pdf>>. Acesso em: 17 set 2012.

_____, Roberto de Andrade. **Contágio: história da prevenção das doenças transmissíveis**. São Paulo, Editora Moderna, 1997.

_____. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC/FAPESP, p. 118-145, 2004.

_____. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. Pp. xxi-xxxiv, In: SILVA, C. C. (Ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

_____. **Becquerel e a descoberta da radioatividade: uma análise crítica**. Campina Grande-PB/São Paulo-SP: Eduepb e Livraria da Física, 2012.

_____; SILVA, Cibelle Celestino; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. History and Philosophy of Science in Science Education, in Brazil. In: MATTHEWS, Michael R. (ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht: Springer, p. 2271-2299, 2014.

MATTHEWS, Michael R. History, Philosophy and Science Teaching: what can be done in an undergraduate course? **Studies in Philosophy and Education**, n.10, p. 93-97, 1990.

_____. Science teaching: the role of History and Philosophy of Science. New York: Routledge, 1994.

_____. Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M. S. Khine (Ed.). **Advances in nature of science research: Concepts and methodologies**, Dordrecht: Springer, p. 3-26, 2014.

MÉHEUT, Martine and PSILLOS, Dimitris. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, 16 abril 2004, v. 26, n. 5, p. 515-535.

MÉHEUT, Martine. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: **Research and the quality of science education**. Springer Netherlands, p. 195-207, 2005.

MILLS, Geoffrey E. **Action Research: a guide for the teacher researcher**. 5^a Ed. Pearson, 2014.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo**. Temas Básicos de Educação e Ensino. São Paulo: EPU, 1986.

MILNE EDWARDS, M. **Histoire naturelle des crustacés**. Paris: Roret, 1834.

MOURA, Breno Arsioli. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com A História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**. Rio de Janeiro, v.7 n.1, p. 32-46, jan/jun 2014

MÜLLER, Fritz. Capítulo V: Respiração nos caranguejos terrestres. **Para Darwin**. Tradução de Fontes, Luiz Roberto e Hagen, Stefano. Florianópolis, Editora UFSC, p.57-66, 2009.

OSORIO, Agustín Requejo. **Educação permanente e educação de adultos**. Lisboa: Instituto Piaget, 2003. (Coleção Horizontes Pedagógicos).

OLIVEIRA, Marta Khol de. Vygotsky: **Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. São Paulo, Editora Scipione, 2002.

PAPAVERO, Nelson. Fritz Müller e a comprovação da Teoria de Darwin In: **A recepção do darwinismo no Brasil**. Organizadores: Heloisa Maria Bertol Domingues, Magali Romero Sá, Thomas Glick. Coleção História e Saúde. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003.

PAULY, Daniel. **Darwin's Fishes: An Encyclopedia of Ichthyology, Ecology, and Evolution**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

PERA, M. **The ambiguous frog: the Galvani-Volta controversy on animal electricity**. Tradução de Jonathan Mandelbaum. Princeton: Princeton University Press, 1992.

PÉREZ, Daniel Gil et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**. v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PIAGET, Jean; GARCIA, Rolando. **Psycogenesis and the History of Science**. New York: Columbia University Press, 1989.

PICCOLINO, Marco. **The taming of the ray. Electric fish research in the Enlightenment, from John Walsh to Alessandro Volta.** Florence: Olschki, 2003. Disponível em <http://web.unife.it/utenti/marco.piccolino/Epistem2007/Engl/texts/Walsh_Volta.pdf>. Acesso em 04 ago 2015.

_____, Marco. **Electric fishes research in the nineteenth century, following the steps of Carlo Matteucci and Giuseppe Moruzzi.** Archives Italiennes de Biologie, v. 149, p. 10-17, 2011. (Suppl.) Disponível em <<http://www.architalbiol.org/aib/article/viewFile/1452/pdf-24>>. Acesso em: 05 mar 2013.

PLOMP, Tjeerd; NIEVEEN, Nienke (ed.). **An introduction to educational design research.** 2a reimp. Enschede (Netherland): SLO, Netherland Institute for Curriculum Development, 2009.

PRAIA, João., GIL-PÉREZ, Daniel., VILCHES, Amparo. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação** v. 13 n.2, p.141-156, 2007.

PRESTES, M.E.B; CALDEIRA, A.M. Introdução. A importância da História da Ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 1-16, 2009.

RÉAUMUR, R.A.F. Des effets que produit le poisson apellé em François Torpille, ou Tremble, sur ceux que le touchen; Et de le cause dont ils dépendent. **Mémoires de l'Académie royale des science avec les mémoires de mathématique et de physique pour la même annè triés des registres de cette Academie**, p.344-362, 1714. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em 17 set 2012.

RECHT, Georg para Darwin, C.R. Letter 6656 de 11/03/1869. **Darwin Correspondence Database.** Disponível em < <http://www.darwinproject.ac.uk/entry-6656>>. Acesso em: 15 abr 2013.

REDI, F. **Esperienze intorno a diverse cose naturali e particolarmente a quelle che son portate dall'Indie, scritte em uma Lettera Al Padre Atanasio Chircher della Compagnia di Gesù.** Firenze: All'Insegna della Nave (testo), 1671. Editor responsável Walter Bernardi. Disponível em: <www.francescoredi.it>. Acesso em: 06 set 2008.

RIBEIRO, Luis R. de Camargo. **Aprendizagem Baseada em Problemas: uma experiência no ensino superior.** São Carlos, EDUFSCar, 2008

RIBEIRO, Vera Masagão. Alfabetismo funcional: referências conceituais e metodológicas para a pesquisa. **Educação & Sociedade**, v. 18, n. 60, 1997.

RIDLEY, Mark. **Evolução.** Tradução de Henrique Ferreira, Luciane Passaglia e Rivo Fischer. 3a Ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

ROGER, J. Buffon, G.L.L, Conde de. Gillispie, C.C. (Ed.). **Dictionary of Scientific Biography.** New York: Charles Scribner's Sons, v.2, p. 576-582, 1981.

RUDGE, David W.; HOWE, Eric M. An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. **Science & education**, v. 18, n. 5, p. 561-580, 2009.

SAINT-HILAIRE, E.G. Mémoire sur l'anatomie comparée des organes électriques de la raie torpille, du gymnote engourdissant, et du silure trembleur. **Annales du Museum National D'Histoire Naturelle**. Paris: p. 392-407, 1802. Disponível em: <http://bcmsiweb.mnhn.fr/incipio/textesnumerises/viewer.asp?instance=INCIPIO&TN=PR_260_Museum/ANNALES%20MUSEUM/011802.DIR&DOCID=INCIP_GED_RESS_538&DOCBASE=INCIP_GED_RESS>. Acesso em 17 set 2012.

SÃO PAULO (SP). Secretaria Municipal de Educação. Diretoria de Orientação Técnica. **Caderno de orientações didáticas para EJA - Alfabetização: etapas alfabetização e básica** – São Paulo : SME / DOT, 2010.

SÃO PAULO (SP). Secretaria Municipal de Educação. Diretoria de Orientação Técnica. **Nota técnica n. 22 para a aprendizagem no ensino fundamental, incluindo a modalidade de jovens e adultos e no ensino médio**. Secretaria Municipal de Educação – São Paulo: SME/DOT, 14/out/2014.

SÃO PAULO (SP). Secretaria Municipal de Educação. Diretoria de Orientação Técnica. **Retificação da publicação no. 22 sobre a avaliação para aprendizagem no ensino fundamental, incluindo a modalidade de jovens e adultos e no ensino médio**. Secretaria Municipal de Educação – São Paulo: SME/DOT, 30/out/2014.

SÃO PAULO (SP). Secretaria Municipal de Educação. Diretoria de Orientação Técnica. **Programa Mais Educação São Paulo: subsídios para a implantação**. Secretaria Municipal de Educação – São Paulo: SME/DOT, 2014.

SÃO PAULO (SP). Secretaria Municipal de Educação. Diretoria de Orientação Técnica. **Programa Mais Educação São Paulo: subsídios 2: Sistema de Gestão Pedagógica – SGP e a Avaliação para a aprendizagem**. Secretaria Municipal de Educação São Paulo: SME/DOT, 2014.

SÃO PAULO (SP). Secretaria Municipal de Educação. Diretoria de Orientação Técnica. Educação de Jovens e Adultos. **Educação de jovens e adultos: princípios e práticas-2015**. Secretaria Municipal de Educação São Paulo: SME/DOT, 2015. Disponível em <<http://portal.sme.prefeitura.sp.gov.br/Portals/1/Files/24666.pdf>>. Acesso em 14 abr 2016.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda. **Como ensinar citologia e promover uma visão informada da ciência no nível médio de escolaridade**. Salvador, 2016. Xx fls. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História da Ciência) – Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana.

SCOTT, J. para Darwin, C. R. Letter 3847 de 06/12/1862. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em <<http://www.darwinproject.ac.uk/entry-3847>>. Acesso em 15 abr 2013.

SCHWARTZ, Reneé S.; LEDERMAN, Norman G.; CRAWFORD, Barbara A. Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. **Science Education**, v. 88, n. 4, p. 610-645, 2004.

SILVA, Cibelle Celestino.; MARTINS, Roberto de Andrade. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência e Educação**, v.9, n.1, p. 53-65, 2003.

SILVA, Cibelle Celestino. **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsidios para a aplicação no ensino**. Editora Livraria da Física, 2006.

SILVESTRE, Carlos Alberto S. **Educação e formação de adultos e idosos: uma nova oportunidade**. Coleção Horizontes pedagógicos 2ª Ed. Lisboa, Instituto Piaget, 2011.

SLOAN, P.R. Buffon, G.L.L, Conde de. Koertge, Noretta (Ed.). **New Dictionary of Scientific Biography**. Michigan: Thomson Gale, v.1, p. 431-436, 2008.

SLONGO, Ione Inês Pisson. **História da Ciência e ensino: contribuições para a formação do professor de Biologia**. fls. Dissertação (Mestrado)- Centro de Ciências da Educação - Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.

SMITH, Mike U.; SCHARMANN, Lawrence. A multi-year program developing an explicit reflective pedagogy for teaching pre-service teachers the nature of science by ostention. **Science & Education**, v. 17, n. 2-3, p. 219-248, 2008.

SOUTHERLAND, Sherry A.; SMITH, Mike U.; CUMMINS, Catherine I. “What do you mean by that?”: using structured interviews to assess Science understanding. In: MINTZES, Joel J.; WANDERSEE, James H.; NOVAK, Joseph D. (eds). **Assessing Science Understanding a Human Constructivist view**. Elsevier, 2009. Educational Psychology Series.

SOUZA, Rosa A. L. de; PRESTES, Maria Elice B. **História da Ciência no Ensino: uma análise de dissertações de Mestrado**. In: 13º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, São Paulo, USP, de 3 a 6 de setembro de 2012. Anais do XIII Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia, p. 1-10. São Paulo: EACH/USP, 2012.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. Investigando a pesquisa educacional. Um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de Biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, n. 2, p. 261-282, 2006.

TEIXEIRA, P.M.M.; SILVA, M.G.B.; ANJOS, M.S. 35 anos de pesquisa em ensino de biologia no Brasil: um estudo baseado em dissertações e teses (1972-2006). **Anais do XII Enpec**. Florianópolis, 2009.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 17ª Edição. 2009.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

UNESCO. **V Conferência Internacional sobre Educação de Adultos: declaração final e agenda para o futuro**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Código de Ética**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em http://www.mp.usp.br/sites/default/files/arquivosanexos/codigo_de_etica_da_usp.pdf e acessado em 16/dez/2014.

VASCONCELOS, C; ALMEIDA, A. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino de Ciências**. Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia. Porto: Porto Editora, 2012.

VIDAL, Paulo Henrique O. **A História da Ciência nos livros didáticos de química do PNLEM-2007**. 2009. 104 fls. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

VILANOVA, R., MARTINS, I. Educação em Ciências e Educação de Jovens e Adultos: Pela necessidade do diálogo entre campos e práticas. **Ciência & Educação**, v.14, n.2, p. 331-346, 2008.

VILLANI, Alberto; DE ALMEIDA PACCA, Jesuina Lopes; DE FREITAS, Denise. Science teacher education in Brazil: 1950–2000. **Science & Education**, v. 18, n. 1, p. 125-148, 2009.

WALLACE, A.R. para Darwin. Letter 2627 de 12/1860. **Darwin Correspondence Database**. Disponível em <<http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2627>>. Acesso em 15 abr 2013.

WALSH, J; SIEGNET, S. On the electric Property of the Torpedo. **Philosophical Transactions of Royal Society of London**, v. 63, p. 461-480, 1773-1774. Disponível em: <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/63/461.full.pdf+html>>. Acesso em: 17 set 2012.

WENNING, Carl. J.A framework for teaching the nature of science. **Journal of Physics Teacher Education online**, v.3 n. 3, p. 3-10, 2006. Disponível em <[http://www2.phy.ilstu.edu/~wenning/jpteo/issues/jpteo3\(3\)mar06.pdf](http://www2.phy.ilstu.edu/~wenning/jpteo/issues/jpteo3(3)mar06.pdf)>. Acesso em 21 abr 2016.

_____. Assessing nature-of-science literacy as one component of scientific literacy. **Journal of Physics Teacher Education online**, v. 3 n.4, p. 3-14, 2006. Disponível em <[http://www2.phy.ilstu.edu/~wenning/jpteo/issues/jpteo3\(4\)sum06.pdf](http://www2.phy.ilstu.edu/~wenning/jpteo/issues/jpteo3(4)sum06.pdf)>. Acesso em 21 abr 2013.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
DA UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - IBUSP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino básico de Jovens e Adultos

Pesquisador: gerda maisa jensen

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 42629314.6.0000.5464

Instituição Proponente: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo - IBUSP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 981.564

Data da Relatoria: 10/03/2015

Apresentação do Projeto:

Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino básico de Jovens e Adultos.

Objetivo da Pesquisa:

Elaborar, validar, implementar e avaliar uma sequência didática para os alunos da educação de jovens e adultos, procurando oportunizar uma maior compreensão dos conceitos científicos atuais, relacionados à teoria evolutiva dos seres vivos, e de elucidar aspectos da natureza da ciência.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O risco indicado no termo é "o mesmo risco de qualquer atividades rotineira de sala de aula". Os benefícios são tanto diretos, pois buscam "promover a aprendizagem de conteúdos científicos, históricos da ciência, bem como uma discussão sobre como a ciência é produzida" para os alunos que terão as aulas, como indiretos, pois a partir do momento que a sequência for validada e publicada estará disponível para outros professores de Ciências e Biologia aplicarem em suas salas de aula.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Amostra a ser analisada; 100 alunos do ensino fundamental II da Educação de Jovens e Adultos da

Endereço: Rua do Matão, Travessa 14, nº 321

Bairro: Butantã

CEP: 05.508-090

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7624

Fax: (11)3091-7624

E-mail: cepibusp@ib.usp.br

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
DA UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - IBUSP

Continuação do Parecer: 981.564

Escola Brasil Japão.

Procedimentos a que as pessoas serão submetidas; fotografias, gravação de aulas em áudio e vídeo, produções escritas, questionário (anexado) e entrevistas.

Infraestrutura disponível; adequada.

Armazenamento de amostra; os vídeos, fotografias e questionários serão armazenados sob responsabilidade do IBUSP.

Apoio financeiro; IBUSP.

O processo apresenta uma declaração de concordância da diretora da EMEF - Brasil-Japão para que a pesquisa seja desenvolvida no âmbito da escola.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O processo apresenta três modelos de termos: Termos de Assentimento, para os alunos que forem menores de 18 anos, Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para os pais dos alunos menores de 18 anos e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os maiores de 18 anos. Todos contêm os elementos cabíveis previstos nos itens II.23; II.24 e IV.3 da Resolução nº 466/2012.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Cabe a pesquisadora elaborar e apresentar a este Comitê, relatórios anuais (parciais e final), de acordo com a Resolução nº 466/12, item II, II.19 e II.20, do Conselho Nacional de Saúde.

Endereço: Rua do Matão, Travessa 14, nº 321

Bairro: Butantã

CEP: 05.508-090

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)3091-7624

Fax: (11)3091-7624

E-mail: cepibusp@ib.usp.br

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
DA UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - IBUSP

Continuação do Parecer: 981.564

SAO PAULO, 11 de Março de 2015

Assinado por:

CELIA PRISZKULNIK KOIFFMANN
(Coordenador)

Endereço: Rua do Matão, Travessa 14, nº 321

Bairro: Butantã

CEP: 05.508-090

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7624

Fax: (11)3091-7624

E-mail: cepibusp@ib.usp.br

APÊNDICE B – Projeto Político Pedagógico da EMEF Brasil-Japão de 2014

Índice:

Identificação da unidade
 Equipe gestora
 Regime de funcionamento
 O espaço escolar e novos projetos de intervenção
 Salas ambientes
 Estudo diagnóstico da comunidade e do espaço onde está inserida a unidade educacional
 Perfil sócio-cultural da comunidade atendida:
 Perfil sócio-cultural da equipe de profissionais
 Organização curricular
 Metas de aprendizagem e desenvolvimento dos educandos
 Concepção de escola
 Metas / 2014 e ações
 Concepção e prática da equipe gestora
 Normas de convívio da unidade educacional
 Plano de ação do conselho de escola
 Plano de ação da apm
 Plano de ação
 Criação do grêmio estudantil
 Conselho de classe
 Avaliação do projeto
 Avaliação da aprendizagem
 Recuperação
 Compensação de ausências
 PEA
 Projetos de ação para as atividades curriculares desenvolvidas no contraturno
 Calendário escolar
 Planos de Ensino
 Parecer da equipe gestora

IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE

E.M.E.F. “BRASIL JAPÃO”
 Endereço Rua Dr. Paulo Carvalho Ferreira, nº 94
 CEP 05382-040 Rio Pequeno
 Telefone 3768-2097/ 3766-4383
 DRE Butantã
 Dados institucionais:
 Ato de criação: Decreto nº 5855 de 23/01/67
 Data de inauguração: 23/01/67
 Data de início de funcionamento: 23/01/67
 Denominações anteriores:
 Escolas Agrupadas do Rio Pequeno
 Escola Municipal Brasil Japão
 Histórico da unidade escolar

Essa unidade escolar foi criada, conforme artigo 18 da Lei nº 5607 de 03 de Junho de 1959, publicada em Diário Oficial de 24 de janeiro de 1967, com o nome de Escolas Agrupadas do Rio Pequeno. E inaugurada pelo Exmo. Prefeito Brigadeiro José Faria Lima. O decreto de criação de 23/01/67 recebeu o nº 6855.

A EMEF Brasil Japão tem como patrono José de Anchieta, padre jesuíta, catequista, que fundou a cidade de São Paulo. Seu nome decorre de uma homenagem à visita dos príncipes japoneses Akihito e Michiko

A EQUIPE GESTORA

DIREÇÃO

Profª Vera Lucia de Sá Cesarini

Situação Funcional :Efetivo

RF. 627.023.9

ASSISTENTE DE DIREÇÃO

Profª Anna Maria Mello Santos

Situação Funcional: Designada

RF. 299.908.1

ASSISTENTE DE DIREÇÃO

Profª Maria Janete Correia Alves

Situação Funcional: Designada

RF. 684.807.9

COORDENADORA PEDAGÓGICA

Profª Priscila Angela Basile Munari Fontana

Situação Funcional: Efetiva

RF. 620.638.7.01

COORDENADORA PEDAGÓGICA

Profª Patricia

Situação Funcional: Designada

RF.

Regime de Funcionamento

A EMEF Brasil Japão funciona em 3 turnos, sendo 2 diurnos e 1 noturno, oferecendo o Ensino Fundamental I e II, e a Educação de Jovens e Adultos, nos seguintes horários:

1º PERÍODO : das 7:00 às 12:00 hs

2º PERÍODO : das 13:30 às 18:30 hs

3º PERÍODO : das 19:00 às 23:00 hs

1º PERÍODO	2º PERÍODO	3º PERÍODO
<i>Ciclo de Alfabetização</i>	<i>Ciclo de Alfabetização</i>	<i>EJA</i>
1º A	3º A	1ª A
1º B	3º B	2ª A
1º C	<i>Ciclo Autoral</i>	3ª A
2º A	7º A	3ª B
2º B	7º B	4ª A
2º C	7º C	4ª B
<i>Ciclo Interdisciplinar</i>	8º A	4ª C
4º A	8º B	4ª D

4° B	8° C	
4° C	9° A	
5° A	9° B	
5° B	9° C	
5° C		

O espaço escolar e novos projetos de intervenção

Situado numa praça sobre um terreno plano, levemente abaixo do nível da rua, o conjunto arquitetônico escolar compreende, hoje, um prédio de três pisos, composto por: nove salas de aulas, a sala de professores, a sala de leitura, a sala de informática, depósitos para material, uma copa para os funcionários, banheiros para alunos e funcionários, cozinha, refeitório, rádio, compartimentos destinados à secretária e à administração e um edifício anexo contando com cinco salas de aula, sendo uma em tamanho mais reduzido que o padrão, e sanitários, inclusive para alunos com necessidades especiais.

Na área externa, situam-se uma quadra poliesportiva coberta e amplos pátios, de piso em concreto, utilizados durante algumas aulas de educação física ou recreação. A área frontal do terreno da escola comporta um pequeno jardim e um estacionamento para os professores.

Recentes intervenções no espaço escolar, tanto por iniciativa da prefeitura de São Paulo, quanto pela direção, foram realizadas objetivando melhorar as condições físicas e promover a acessibilidade dos alunos portadores de necessidades educacionais especiais. Apesar da visível melhora no aspecto físico geral da escola, ainda restam problemas que devem ser sanados como, por exemplo, a correção do caimento do teto e parapeitos e as constantes infiltrações daí decorrentes; a pavimentação do piso da parte posterior do prédio anexo; a melhoria de todo o piso do pátio; a adequação do mobiliário da sala dos professores e do setor administrativo, adequação das salas ambientes com armários, equipamentos que garantam o espaço educativo.

Salas Ambientes:

Em 2013, professores e funcionários conseguiram concretizar a idéia das salas ambientes que surgiu da necessidade do professor de dispor de salas que venham facilitar o acesso aos materiais didáticos específicos de cada disciplina, proporcionando a dinamização das aulas para a aquisição do conhecimento.

Entendendo que a ênfase do trabalho escolar deve estar no processo de ensino-aprendizagem e, reconhecendo a necessidade de melhorar a qualidade da aprendizagem dos alunos a partir, inclusive, do uso adequado dos espaços, equipamentos e recursos materiais e humanos existentes, a ambientalização das salas de aula, é uma das ações sugeridas.

O compromisso com a aprendizagem de todos os alunos é, portanto, uma característica fundamental naquela que pretende ser uma boa escola. E para isto, é preciso que, também, os espaços na escola, sirvam como mais um estímulo que aguce a curiosidade e o interesse pela busca do conhecimento.

Reorganizar o espaço escolar em salas laboratórios ou salas temáticas garante que todas as disciplinas possam usufruir de ambientes apropriados, com materiais didáticos reunidos em

um mesmo local.

A exposição a imagens e outros estímulos intencionalmente organizados estimula a curiosidade e facilita a aprendizagem dos alunos. Além do mais, decorados para cada disciplina, os espaços poderão tornar a escola mais bonita, alegre e prazerosa. Sem contar que é na sala de aula que o aluno passa a maior parte do seu tempo de escolarização. Neste caso, ele teria a seu favor ambientes diversificados e mais estimulantes.

Com esta proposta a escola busca cumprir seu papel, organizando seu tempo e espaço com vistas a oferecer ambientes promotores de aprendizagens, melhorar as condições de trabalho e a competência profissional dos professores e facilitar o uso de equipamentos e materiais de ensino-aprendizagem diversificados.

OBJETIVOS

Oportunizar ao professor a possibilidade de organizar a sala de aula de acordo com a característica da sua disciplina, tornando o ambiente mais funcional ao desenvolvimento das aulas e mais atrativo ao aprendizado;

Elevar o índice de aprendizagem dos alunos, através da utilização adequada dos equipamentos e materiais de ensino-aprendizagem, da otimização do uso do tempo pedagógico e da utilização de novas metodologias de ensino;

Promover a competência profissional através da reflexão sobre a prática de organização do ambiente em salas temáticas e todo contexto que ela envolve;

Viabilizar o uso dos espaços pedagógicos e recursos materiais e tecnológicos existentes na escola ou que possam ser construídos por professores e alunos.

METODOLOGIA

Entende-se que a sala de aula é um espaço de construção diária, onde professores e alunos interagem mediados pelo conhecimento. Torná-la um espaço de experiências educativas relevantes para professores e alunos é uma das questões desafiantes para os educadores.

A carência de materiais suficientes para atender as necessidades de todas as áreas compromete o uso dos ambientes e dos recursos tecnológicos e materiais, e, por conseguinte, a qualidade do ensino. Visando superar esta carência, além de viabilizar o aproveitamento máximo das possibilidades deste espaço repleto de significados que é a sala de aula, o CAp se propõe a reorganizar seu espaço em Salas Ambientes: trata-se de salas de aula específicas para o ensino das diferentes disciplinas, onde o professor organiza seus materiais didáticos em um mesmo local. Nessa opção de disposição do espaço, são os alunos que se deslocam pela escola, de uma sala para outra, e não o professor.

Inicialmente, procurar-se-á verificar a adequação da carga horária do professor, por turno, e os seus horários de acordo com as Salas Ambientes existentes (Anexo 1 – Sugestão de Horários). A implantação desta Proposta deverá ocorrer a partir do 1º bimestre de 2009 em caráter experimental, quando serão observadas a movimentação dos alunos e a assimilação da dinâmica pelos professores e funcionários, havendo momentos de ajustes e avaliação de aspectos como: rendimento dos alunos, comportamento em sala, conservação do patrimônio escolar, empenho dos servidores, assiduidade dos professores, etc.

A proposta visa atender todas as turmas do ensino fundamental e médio, com a implantação de recursos didáticos e multimídia como: projetor de multimídia, televisão, aparelho de DVD,

computador e materiais didáticos em todas as salas ambiente. Porém devido às peculiaridades dos diferentes níveis de ensino será adotada uma sistemática diversificada.

Nas turmas de 5ª a 8ª Séries do Ensino Fundamental e Ensino Médio, o funcionamento se dará da seguinte maneira: ao longo do dia haverá a troca de sala pelos alunos; cada sala será decorada e equipada de acordo com a disciplina a ser ministrada nela; cada professor terá seu ambiente; e, o material de ensino estará sempre à mão.

Estudo Diagnóstico da comunidade e do espaço onde está inserida a Unidade Educacional

Perfil sócio-cultural da comunidade atendida:

A EMEF Brasil Japão abriga um público que vai dos 6 aos 70 anos, freqüentando o ensino fundamental regular e EJA, num total de 815 alunos.

A grande maioria dos alunos reside na favela do Sapé, próxima à escola, em alojamentos e condomínios populares e também em casas localizadas no entorno escolar. Em geral, eles são migrantes ou descendentes destes, condição que, muitas vezes, os leva a freqüentes mudanças e grande rotatividade de endereço. Os alunos dessa escola pertencem, grosso modo, a camadas sociais de baixa renda e de alta vulnerabilidade social, nas quais se observam problemas relacionados ao desemprego, alcoolismo, drogas, violência doméstica e abandono. Muitas das famílias são chefiadas por mulheres, que não contam com qualquer ajuda quer financeira, quer pessoal dos pais das crianças. Há um número considerável delas que dependem de programas de assistência social e outras que possuem uma quantidade numerosa de membros, de sorte que, muitas vezes, são os próprios irmãos maiores que cuidam dos menores enquanto seus pais saem para trabalhar. Há, porém, aquelas famílias, cujos pais são obstinados e zelosos pela educação de seus filhos, comparecendo sempre à escola, mesmo quando não são solicitados, participando do conselho, palpitando e indagando sobre o andamento da vida escolar das crianças e adolescentes.

Face à carência de equipamentos sociais nas cercanias da favela, muitas crianças e jovens passam o dia a vagar pelas ruas ou a brincar na praça situada ao lado da escola e diante do quadro social do Brasil, os reflexos logo podem ser sentidos no comportamento de muitas delas, que se ausentam das aulas, são surrados, chegam sem material ou agasalho suficiente, não fazem lições, mostram-se irritadiços e desmotivados.

Os alunos que freqüentam a EJA são em grande parte maiores de idade, trabalhadores que buscam completar seus estudos por exigência do mercado de trabalho ou por aspirar a novas oportunidades. Há também aqueles, com idade mais avançada, que procuram a escola para deleite pessoal, para enriquecimento intelectual ou simplesmente para estabelecer vínculos afetivos ou sociais. Essas pessoas ou não tiveram acesso à escola no momento oportuno, ou tiveram que abandoná-la para poder trabalhar. Os mais jovens geralmente são aprendizes ou trabalhadores que durante o dia se ocupam com uma atividade remunerada ou cuidam dos filhos.

A maioria dos alunos da EJA é composta por migrantes e atualmente exercem atividades profissionais ligadas ao comércio e aos serviços. São empregadas domésticas, balconistas, motoristas de lotação, cobradores de ônibus, vigias, auxiliares de estoque, ajudantes de cozinha, garçons, diaristas, costureiras, overloquistas, pedreiros, ajudantes de pedreiros, moto boy, lavadores de carro, vendedores ambulantes, feirantes, etc. Parte significativa mora nas comunidades do Sapé, São Domingos, Jaqueline, moradores das margens da Rodovia Raposo Tavares e bairros que rodeiam a escola e até alunos que vêm de Cotia, do João XXIII, etc.

São alunos que pouco têm lazer, vivem para o trabalho de subsistência ou estão desempregados e quando arrumam emprego a tendência é abandonar a escola.

Os que já estiveram alguma vez na escola o fizeram por breves períodos, outros aprenderam em casa, em salas de aulas em sociedade de bairro ou nas igrejas, nada oficial. O desejo de conseguir um emprego melhor e desenvolvimento pessoal foram motivos alegados nas fichas de inscrição para procurar um curso de Suplência, principalmente os mais jovens que manifestaram o desejo de continuar a escolarização até o final do Ensino Fundamental ou ir mais adiante.

Todos sabem escrever seus nomes, são eleitores, conhecem letras e números, sabem em que situações sociais a escrita é utilizada. Muitos deles conseguem decifrar parte de uma lista de compras, um anúncio breve com muitas dificuldades, muitas vezes sem entender o sentido do que estão lendo. Alguns conseguem escrever palavras ditadas, mas com muitas omissões de letras. Com poucas exceções, sabem ler os números usuais e realizam cálculos mentais para resolver problemas simples envolvendo pagamento, preço, etc.

Outros poucos estão semi-alfabetizados e mostram padrões não cultos de fala e escrita. Mas, o problema crucial é a questão da assiduidade, pois tudo é motivo para faltas às aulas. Ora é o trabalho, ora é a doença, muitas vezes por problemas familiares, o que acaba atrapalhando a aprendizagem sistematizada e o rendimento fica muito a desejar.

Perfil sócio-cultural da equipe de profissionais

O corpo docente da EMEF Brasil-Japão é estável e se compõe de professores que estão na profissão há muito tempo, sendo predominantemente feminino; sobretudo no Ensino Fundamental I. Atualmente a escola conta com professores titulares, contratados e professoras readaptadas que auxiliam nos trabalhos administrativos. Há professores afastados das suas funções originais e designados para a Sala de Leitura e Sala de Informática.

A maioria destes professores cursou tanto o ensino fundamental como o ensino médio em escola pública, sendo que a grande maioria fez ou está fazendo algum tipo de formação de pós-graduação. Somam-se a essas a informação de que pouco menos de um terço dos professores que ainda não realizam estudos pós-graduados afirma pretender cursá-los. Fato de que teoricamente esses professores são suficientemente capacitados para exercer a profissão, uma vez que a maioria diz ter participado de cursos de formação continuada promovidos pela prefeitura, por universidades, por sindicatos, nos últimos cinco anos.

Os professores que não participam de tais cursos tem dificuldades devido a oferta dos mesmos serem fora do horário de trabalho, sem dispensa do ponto, uma vez que a grande maioria dos profissionais acumulam cargos. A grande maioria dos professores afirma que a participação nestes cursos é motivada pela necessidade de atualização e possibilidade de ascensão na carreira.

A escola conta com um secretário de escola e um ATE II. A equipe de apoio é formada por funcionários de carreira da prefeitura, sendo que a limpeza, a merenda e a vigilância da U.E. são de responsabilidade de empresas terceirizadas.

ORGANIZAÇÃO CURRICULAR

Metas de aprendizagem e desenvolvimento dos educandos

CICLO DE ALFABETIZAÇÃO

PUBLICO	1º, 2º e 3º anos (crianças de 6 a 8 anos
METAS	<p>Alfabetizar as crianças, considerando suas potencialidades, seus diferentes modos de aprender e seus diversos ritmos.</p> <p>Alfabetização na perspectiva do letramento - >práticas, usos e funções da leitura e da escrita.</p> <p>Construir conhecimentos diversificados e multifacetados de forma contínua e progressiva ao longo dos três anos.</p> <p>Garantir aos estudantes o direito de estar alfabetizado.</p> <p>A criança deve:</p> <p>No final do 1º ano - > apropriar-se do sistema de escrita alfabética, ler e escrever palavras, frases e textos.</p> <p>No 2º ano - > progresso dos conteúdos e das aprendizagens.</p> <p>No final do Ciclo - > capazes de ler e produzis textos de diferentes gêneros com autonomia.</p>
Prática Pedagógica	<p>Considerar as especificidades das infâncias, contemplando atividades lúdicas - > brincar, ouvir, contar e ler histórias.</p> <p>Garantir espaços de apropriação e produção de conhecimentos.</p> <p>Trabalho com todos os componentes curriculares, relacionando a alfabetização/letramento com vivências culturais mais amplas.</p> <p>Trabalho focado, conjunto e integrado, onde se crie oportunidades diferenciadas para cada criança</p>
Plano Curricular	<p>Necessidade de planejar a organização do tempo sem fragmentar conhecimentos.</p> <p>Conhecimentos devem estar articulados, retomados e aprofundados durante o ciclo.</p> <p>Planejamento para os três anos do Ciclo, elaborado coletivamente pelos professores do Ciclo.</p>
Organização Escolar	<p>Atribuição de aulas para professores com formação no PNAIC.</p> <p>Participação dos professores em horário coletivo.</p> <p>Formação permanente.</p>

CICLO INTERDISCIPLINAR

PUBLICO	4º, 5º e 6º anos
METAS	<p>Dar continuidade ao processo de alfabetização/letramento, de modo a ampliar a autonomia nas atividades de leitura, escrita e as habilidades relacionadas à resolução de problemas.</p> <p>Consolidação do processo de alfabetização/letramento, com autonomia para a leitura e escrita, interagindo com diferentes gêneros textuais e literários e comunicando-se com fluência.</p>
Prática	Trabalho integrado com as áreas de conhecimento do currículo.

Pedagógica	Docência compartilhada para o desenvolvimento de projetos, visando a integração dos saberes docentes e discentes. Desenvolver a reflexão, análise, avaliação e busca de respostas adequadas às necessidades de aprendizagem. Uso das TIC. Mudança de atitude epistemológica e metodológica na prática pedagógica.
Plano Curricular	Princípio pedagógico da interdisciplinaridade, provocando uma integração mútua entre duas ou mais disciplinas. Trabalho interdisciplinar com autonomia e mobilidade ao currículo. Organizado em torno de um objetivo comum, visando a aprendizagem por meio de esforços coletivos. Superação da fragmentação do saber.

CICLO AUTORAL

PUBLICO	7º, 8º e 9º anos
METAS	Favorecer o desenvolvimento humano mediante o exercício da responsabilidade, da solidariedade, da tomada de decisões bem como apropriação e manejo do conhecimento culturalmente acumulado com a responsabilidade de transformação social. Perspectiva do Ensino Médio.
Prática Pedagógica	Construção de conhecimentos, considerando o manejo apropriado das diferentes linguagens - > leitura, escrita, resolução de problemas, análise crítica e produção. Trabalho com diferentes linguagens - > lógico-verbal, lógico-matemática, gráfica, artística, corporal, científica, tecnológica. Metodologia de pesquisa, a partir de temáticas que levem a construção de conhecimentos e a construção de conhecimentos. Orientar a elaboração do TCA, num trabalho coletivo com o grupo de professores e alunos.
Plano Curricular	Aprendizagem por Projetos comprometido com intervenção social. Visa a participação com autoria e responsabilidade na vida em sociedade. Trabalho integrado entre os diversos componentes curriculares.

EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Acesso e Permanência	Garantia de acesso com divulgação constante. Manutenção do cadastro e reorganização do processo de matrícula. Favorecer a matrícula na escola de escolha do aluno.
Semestralidade	Facilitador da reinserção e da conclusão dos estudantes da EJA. Permite a organização dos tempos e espaços mais apropriados.
Perfil dos Estudantes	Pluralidade do público atendido que leva a conflitos. Composto por: adultos provenientes de áreas rurais empobrecidas, migrantes, com uma passagem curta e não sistemática pela escola, por vezes marcadas pelo fracasso escolar, trabalhadores não qualificados, e, jovens excluídos da escola regular envolvidos em atividades de trabalho e lazer mais relacionadas a uma sociedade letrada e escolarizada. Objetivo comum: dar continuidade ao processo de escolarização.
Currículo e Avaliação	Desenvolvimento de uma proposta curricular própria que favoreça as especificidades e incentive a permanência dos estudantes. Necessidade de conhecer as especificidades dos estudantes para construir um programa pedagógico mais adequado.

	<p>A pluralidade dos estudantes possibilita uma troca de experiências significativas entre as gerações, contribuindo para a formação cultural, social e ética.</p> <p>Proposta curricular que contemple as especificidades e as características relativas aos diferentes grupos etários.</p> <p>Avaliação - > no mínimo 2 momentos de avaliação a cada semestre, auto avaliação com os estudantes.</p>
Proposta Pedagógica	<p>A proposta pedagógica desenvolvida na Escola, para a Educação de Jovens e Adultos, visa a construção da cidadania e da autonomia moral e intelectual, tendo como princípios norteadores:</p> <p>Leitura da realidade: considera os sujeitos com suas histórias e vivências, respeitando os diferentes conhecimentos dos/as alunos/as, proporcionando experiências educativas que resgatem o prazer e a busca pelo conhecimento;</p> <p>Resgate de valores e da identidade: construção de sujeitos históricos, competentes, críticos, éticos e participativos capazes de transformarem a realidade social e política numa relação de respeito consigo mesmo, com o outro e com a natureza;</p> <p>Construção do conhecimento e participação coletiva: está fundamentada a partir do que o sujeito já conhece, do que está disponível na cultura, sendo marcada pela relação dos sujeitos, valorizando o contexto do erro e da dúvida, no qual o desafio do professor é ser articulador para que o processo da construção do conhecimento se efetive, tendo em vista uma relação dialógica.</p>

Concepção de Escola

A Escola, inserida no contexto social, é uma instituição que oportuniza a vivência de experiências culturais mais amplas e diversificadas. A família, o simples convívio social, os meios de comunicação e, até mesmo, o trabalho, nem sempre possuem condições de propiciar essa vivência.

A ação educativa apresenta como proposta pedagógica a premissa de que o conhecimento; currículo é construído nas discussões coletivas e que as relações de aprendizagem possibilitam a reversibilidade de papéis no ato de ensinar e aprender. O objetivo é que a escola possa transformar-se em um centro de educação permanente, considerando o contexto local e capaz de fazer interagir múltiplos tipos de aprendentes

A escola insere-se, dialeticamente, na sociedade e, por isso, os/as alunos/as não estão num dado momento, sendo preparados/as para a vida e em outro vivendo. A aprendizagem precisa acontecer a partir de problemas reais. Assim, educar é mais que reproduzir conhecimento. É, sobretudo, responder aos desafios da sociedade na busca da transformação.

Além de ser um espaço de conhecimentos sistematizados, a escola a partir de sua prática diária, busca a superação de preconceitos e combate às atitudes discriminatórias. Da mesma forma o espaço de convivência de crianças e jovens de origens e níveis socioeconômicos diferentes, com costumes, dogmas religiosos e visões de mundo compõem a diversidade da escola.

A concepção de currículo pretende ultrapassar a estrutura linear e compartimentalizada de disciplinas isoladas e desarticuladas. Assim, busca relações de reciprocidade e colaboração entre as diversas áreas em uma atitude dialógica e cooperativa permanente, necessária à compreensão das múltiplas relações que constituem o mundo da vida, no qual os sujeitos,

mediados pela comunicação, organizam-se e interagem construindo saber, cultura e condições necessárias à existência.

O currículo deve redimensionar, constantemente, os espaços e tempos escolares, revendo concepções e práticas pedagógicas. Nesse contexto, a formação permanente dos/as educadores é indispensável, promovendo a cooperação entre os implicados no processo educativo, possibilitando mudanças, a partir de uma práxis reflexiva, tendo em vista a qualificação do processo de ensino – aprendizagem.

Todo o processo de educação escolar, por ser intencional e sistemático, implica a elaboração e realização de um programa de experiências pedagógicas a serem vivenciadas em sala de aula, na escola e fora dela. O currículo é entendido aqui como o conjunto dessas atividades, carregadas de sentido, com uma intencionalidade educativa, capaz de indicar os caminhos, admitindo mudanças, atalhos, alterações significativas em busca da aprendizagem de todos os alunos. Assim, a educação ultrapassa a reprodução de saberes e fazeres, possibilitando a troca de experiências e a construção de aprendizagens significativas.

Dessa forma, o currículo está diretamente relacionado ao contexto sócio-político-cultural e, assim, é construído de forma dinâmica e participativa através de uma abordagem interdisciplinar, tendo em vista, prioritariamente, a formação do cidadão comprometido eticamente com a transformação da sociedade.

A avaliação deve ser entendida como suporte do processo decisório da gestão da educação básica, bem como da relação ensino-aprendizagem nela desenvolvida.

Assim, é preciso que a avaliação seja diagnóstica, processual e mediadora, envolvendo toda a comunidade escolar.

O caráter diagnóstico da avaliação assume a função de um processo abrangente, cuja ênfase deve recair, não só na aprendizagem do/a aluno/a, mas também, e concomitantemente, na organização do ensino e nas relações que se estabelecem em sala de aula. Configura-se, dessa forma, como um processo reflexivo, contínuo e permanente das práticas pedagógicas, cujo objetivo principal é o planejamento e a intervenção.

A avaliação processual constitui-se na análise e reflexão do programa de aprendizagem, das atividades curriculares, do desenvolvimento do/a aluno/a, bem como da ação do/a professor/a. A ação avaliativa mediadora oportuniza aos/as alunos/as momentos de expressão e discussão dos saberes, tarefas diversificadas que auxiliam na localização das dificuldades e descobertas das soluções. Essa possibilidade de reflexão do processo ensino-aprendizagem tem como instrumento básico os registros de avaliação com anotações significativas sobre o acompanhamento dos/as alunos/as em seu processo de construção do conhecimento.

Portanto, a Escola propõem a avaliação formativa como instrumento de regulação da aprendizagem permitindo ao professor conhecer sobretudo o que o aluno aprendeu ou não, para otimizar as situações de aprendizagem propostas a cada aluno.

Nesse sentido, a avaliação formativa assegura que os processos de construção de conhecimento vão se adequando às características dos alunos, permitindo a adaptação do ensino às características individuais.

A Escola tem como proposta ser uma escola inclusiva. Partindo do pressuposto de que a educação é para todos, busca-se reconhecimento e valorização da diversidade e das diferenças individuais como elementos intrínsecos e enriquecedores do processo escolar e a garantia do acesso e permanência do aluno na escola. Acredita-se, para tanto, que os sujeitos podem aprender juntos, embora com objetivos e processos diferentes, tendo em vista uma educação de qualidade.

Tal conceito nos remete a mudanças significativas no contexto escolar no que se refere às questões pedagógicas, relacionais, administrativas e institucionais, garantindo a aprendizagem de todos os alunos, tendo em vista o respeito pela diferença. Todos somos absolutamente

diferentes uns dos outros e de nós mesmos, a medida que crescemos e nos desenvolvemos. Somos todos especiais.

A inclusão de alunos/as com necessidades educacionais especiais implica redimensionamento curricular dos processos de ensino-aprendizagem, bem como do acesso aos diferentes espaços físicos da Instituição.

Dessa forma, buscamos organizar a prática pedagógica, possibilitando a individualização do ensino de acordo com as particularidades de todos os alunos. As adaptações curriculares, tanto no que se refere às adaptações dos objetivos, dos métodos, como também da avaliação, ocorrem como uma das formas mais específicas de contemplar as necessidades individuais do aluno.

Além disso, entende-se que as discussões a respeito da inclusão devem ser ampliadas e estendidas a toda comunidade escolar, para que haja o entendimento e respeito às diferenças, já que somos todos diferentes com um jeito próprio de pensar e agir.

Metas/2014

Melhoria da qualidade do ensino oferecido aos alunos no decorrer do ano letivo, através de:
Diminuição dos índices de evasão.

Adequação do espaço físico da escola às condições para o desenvolvimento das aprendizagens dos alunos.

Garantir a adequação das salas ambientes;

Modernização dos recursos escolares (equipamentos, insumos pedagógicos e outros).

Implementação do regimento da escola.

Estabelecimento de critérios, que envolva a comunidade escolar como um todo, em ações preventivas de cuidado com a escola.

Introduzir os valores sócio-culturais da comunidade para dentro da sala de aula, através do currículo;

Criar espaço para realização de ações permanentes na comunidade escolar.

Ações:

Capacitar professores e criar espaços de discussão e prática educativa;

Realizar reuniões da equipe gestora e do corpo docente;

Monitorar, acompanhar a frequência e a aprendizagem dos alunos;

Institucionalizar a avaliação formativa dos processos de ensino/aprendizagem;

Realizar processo coletivo de planejamento;

Estabelecer apoio pedagógico e/ou acompanhamento sistematizado para alunos com dificuldades de aprendizagem;

Elaborar e executar projetos permanentes e de aprendizagem;

Realizar reuniões e palestras para pais de alunos e comunidade;

Realizar eventos envolvendo funcionários, pais, alunos e comunidade;

Socializar para alunos, famílias e comunidade o projeto pedagógico construído coletivamente;

Socializar o regimento da escola para alunos, pais, funcionários e comunidade;

Garantir o estudo coletivo sobre temas demandados na escola;

Tendo em vista a implantação das Salas Ambientes, traçar ações visando uma melhor adequação estrutural da escola;

Usar adequadamente de todos os equipamentos e recursos didáticos existentes na escola;

Equipar as salas de aulas com a estrutura material necessária para o ensino das disciplinas.

Concepção e prática da Equipe Gestora

A ação coordenadora da Equipe Gestora deve compreender a ação educativa como construção coletiva nos diferentes espaços de sua atuação, por isso ela deve:

1- Ser integrada, articulando as ações educativas da U.E. com o sistema público de educação;

2- Promover a participação na construção do Projeto Pedagógico da U.E.;

- 3- Formular propostas de avaliação institucional, que permitam fornecer indicadores do processo ensino-aprendizagem;
- 4- Estudar e implementar a legislação como em elemento facilitador da ação pedagógica e administrativa; fortalecendo a construção coletiva do PP na U.E.; promovendo o fortalecimento da autonomia escolar;
- 5- Conceber toda a comunidade educativa como participante das discussões sobre os princípios, fundamentos, ações e avaliações do processo educativo;
- 6- Estabelecer a articulação entre a instância administrativa e o cotidiano pedagógico;
- 7- Supervisionar e analisar a realidade escolar a partir de dados que permitam discussão e reflexão;
- 8- Acompanhar a formação inicial e permanente dos profissionais, divulgando as mais recentes teorias e pesquisas na área educacional, bem como as discussões realizadas na rede municipal;
- 9- Empenhar-se no acompanhamento, assessoramento, implementação, concretização, registros e avaliações do PPP, bem como a observância do Regimento;
- 10 – Auxiliar na elaboração de critérios de avaliação institucional e discussões sobre as práticas educativas desenvolvidas na U.E. em consonância com as diretrizes da SME;
- 11 – Garantir o diálogo, favorecendo uma relação de cumplicidade no processo de construção de um PPP, cujo fundamento é uma educação inclusiva e de qualidade, que seja capaz de transformar a escola num locus privilegiado de formação para toda a comunidade.

Normas de convívio da Unidade Educacional

As Normas de Convívio, discutidas e elaboradas pelo conjunto da comunidade escolar e aprovadas pelo Conselho de Escola e pelo Órgão Regional competente fundamentam-se nos direitos e deveres que devem ser observados por todos e apoiados em princípios legais, de solidariedade, ética, diversidade cultural, autonomia e gestão democrática.

Os direitos e deveres individuais e coletivos são aqueles previstos na Constituição da República, bem como os especificados no Estatuto da Criança e do Adolescente, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, no Regimento Educacional e nas demais legislações e normas complementares atinentes.

As Normas de Convívio na Escola tem como finalidade aprimorar o ensino, o bom funcionamento dos trabalhos escolares e o respeito mútuo entre os membros da comunidade escolar para obtenção dos objetivos previstos no Regimento Educacional, visando, ainda, assegurar:

- a) a proteção integral da criança e do adolescente;
- b) a formação ética e moral do educando, desenvolvendo habilidades sociais, a fim de torná-los cidadãos autônomos e participativos nos diversos aspectos da vida social;
- c) orientar as relações profissionais e interpessoais que ocorrem no âmbito da Unidade assegurando a interação cidadã entre todos os integrantes da comunidade educacional.

São direitos dos educandos:

I - ser tratado com respeito, atenção e urbanidade pelas equipes gestora, docente e de apoio à educação e demais educandos;

II - ter a sua individualidade respeitada pela comunidade escolar, sem discriminação de qualquer natureza.

III - ter acesso ao conhecimento, às atividades educativas, esportivas, sociais e culturais oferecidas pela Unidade Educacional;

IV – receber orientação e assistência para realização das atividades educacionais, sendo-lhes garantidas as formas de acesso e utilização coletiva dos diferentes ambientes que compõem a Unidade Educacional;

V - frequentar, além das aulas regulares, as sessões destinadas a atividades complementares, às aulas de recuperação paralela e de compensação de ausências, no decorrer do ano letivo, sendo notificado, com a devida antecedência, nos termos da legislação em vigor;

VI - participar da composição do Conselho de Escola, da elaboração, acompanhamento e avaliação do Projeto Político-Pedagógico e da definição de Normas de Convívio, nos termos da legislação vigente;

VII - receber informações sobre seu progresso educativo, inclusive através de boletins bimestrais, bem como participar de avaliações periódicas, por meio de instrumentos oficiais de avaliação de rendimento, sendo notificado sobre a possibilidade de recorrer em caso de reprovação;

VIII - ter garantida a confidencialidade das informações de caráter pessoal ou acadêmicas registradas e armazenadas no sistema educacional, salvo em casos de atendimento a requerimento de órgãos oficiais competentes;

IX - receber atendimento educacional especializado quando apresentar deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação;

X - receber atendimento e acompanhamento educacional se, por motivo de doença necessitar ausentar-se por um período prolongado;

XI – manifestar-se e recorrer à autoridade responsável quando se sentir prejudicado;

XII - ausentar-se da Escola, em caso de necessidade, desde que autorizado pelo Diretor de Escola ou, na ausência deste, por outro membro da Equipe Gestora;

XIII - ter conhecimento do Regimento Educacional no início do ano letivo;

São deveres dos educandos, respeitadas as especificidades de cada faixa etária/etapa/modalidade de ensino e/ou de seus pais/responsáveis:

I - zelar pelo bom nome da Unidade Educacional, com conduta adequada e com o cumprimento dos deveres educacionais;

II – comparecer pontual e assiduamente às atividades que lhe forem afetas, empenhando-se no sucesso de sua execução e dos fins a que se destinam;

III – justificar suas ausências;

IV - colaborar com a organização da Unidade Educacional, durante as aulas ou em qualquer outra atividade;

V – cooperar e zelar para a boa conservação de instalações, mobiliários, equipamentos e materiais pedagógicos, colaborando, também, para a conservação das boas condições de asseio das salas de aula e demais dependências;

VI – portar material escolar condizente com as atividades curriculares, conservando-o em ordem;

VII – responsabilizar-se por seu processo de aprendizagem, executando todas as tarefas que lhe forem atribuídas, inclusive as lições de casa;

VIII – tratar com respeito os seus colegas e toda a comunidade educacional, dispensando atitudes de solidariedade, predisposição ao diálogo, repúdio às injustiças e acolhimento à diversidade, exigindo para si o mesmo tratamento;

IX - participar ativamente da elaboração e do cumprimento das Normas de Convívio da Unidade Educacional, aprovadas pelo Conselho de Escola;

X – respeitar a autoridade dos Gestores, dos Professores e demais Funcionários da Unidade Educacional;

XI - apresentar-se, preferencialmente uniformizado, evitando vestuário não condizente com o ambiente escolar;

XII - manter os pais ou responsáveis legais informados sobre os assuntos escolares, e assegurar que recebam as comunicações a eles encaminhadas pelos gestores e professores, devolvendo-as à direção em tempo hábil e com a devida ciência, sempre que for o caso;

XIII - observar as normas estabelecidas sobre entrada e saída das classes e demais dependências da Unidade Educacional.

Parágrafo Único – É dever dos educandos, pais e/ou responsáveis conhecer, fazer conhecer e cumprir as normas de convívio estabelecidas no Regimento Educacional.

Aos integrantes do corpo discente é vedado, em qualquer atividade de ensino, interna ou externa desta unidade educacional:

I – Desrespeitar as normas que disciplinam a vida na comunidade escolar;

II – Destruir, danificar ou enxovalhar as instalações, o mobiliário, os equipamentos, materiais didáticos, áreas verdes e símbolos da escola;

III – Retirar e utilizar, sem devida autorização de funcionário responsável, qualquer documento ou material que pertença ao estabelecimento de ensino;

IV – Ausentar-se das aulas, inclusive durante a ausência temporária do professor, ou do estabelecimento de ensino, respectivamente, sem justificativa ou autorização do professor ou da direção da escola;

V – Ocupar-se, durante as aulas, de atividades alheias ou contrárias ao processo pedagógico;

VI – Perturbar e dificultar o desenvolvimento das atividades educativas através de condutas inapropriadas, tais como gritaria, tumulto, falatório extravagante, brincadeiras ofensivas ou desmedidas, insultos, brigas, afrontas e ofensas morais, gestos obscenos, e outras similares;

XII - manter os pais ou responsáveis legais informados sobre os assuntos escolares, e assegurar que recebam as comunicações a eles encaminhadas pelos gestores e professores, devolvendo-as à direção em tempo hábil e com a devida ciência, sempre que for o caso;

XIII - observar as normas estabelecidas sobre entrada e saída das classes e demais dependências da Unidade Educacional.

É dever dos educandos, pais e/ou responsáveis conhecer, fazer conhecer e cumprir as normas de convívio estabelecidas no Regimento Educacional.

Aos integrantes do corpo discente é vedado, em qualquer atividade de ensino, interna ou externa desta unidade educacional:

I – Desrespeitar as normas que disciplinam a vida na comunidade escolar;

II – Destruir, danificar ou enxovalhar as instalações, o mobiliário, os equipamentos, materiais didáticos, áreas verdes e símbolos da escola;

III – Retirar e utilizar, sem devida autorização de funcionário responsável, qualquer documento ou material que pertença ao estabelecimento de ensino;

IV – Ausentar-se das aulas, inclusive durante a ausência temporária do professor, ou do estabelecimento de ensino, respectivamente, sem justificativa ou autorização do professor ou da direção da escola;

V – Ocupar-se, durante as aulas, de atividades alheias ou contrárias ao processo pedagógico;

VI – Perturbar e dificultar o desenvolvimento das atividades educativas através de condutas inapropriadas, tais como gritaria, tumulto, falatório extravagante, brincadeiras ofensivas ou desmedidas, insultos, brigas, afrontas e ofensas morais, gestos obscenos, e outras similares;

XIV – Praticar atos de violência tipificados como “Bullying” que consiste num conjunto de comportamentos agressivos, intencionais e repetitivos, adotados por um ou mais alunos contra outro (s) em desvantagem de poder ou força física, sem motivação evidente, com propósito de maltratar, intimidar, humilhar, discriminar, aterrorizar, roubar, tyrannizar, constranger, causando dor, angustia, sofrimento e exclusão social. Tal forma de violência se manifesta de diversas maneiras, como por exemplo, promover ou participar de atos de perseguição da vítima, xingamentos, desenhos depreciativos, ofensas morais, verbais, sexuais, pelo ato frequente de ocultar, danificar e subtrair materiais de uso pessoal, coagir a vítima a praticar atos contra a sua vontade, inclusive mediante a ameaça de qualquer espécie, instigar atos de violência, inclusive por meios tecnológicos, colocar a vítima em adversidade contra alguém,

ou provocar a ocorrência de ação disciplinar contra ela, em razão de atos por este não cometido ou que tenha sido notificado de maneira exagerada, maus-tratos físicos e psicológicos reais e virtuais, sendo este último denominado de cyberbullying, decorrente das modernas ferramentas tecnológicas - como a internet, o celular, as câmeras fotográficas -, e da falsa crença do anonimato e na impunidade;

XV – Danificar ou adulterar registros e documentos escolares através de qualquer método, inclusive o uso de computador ou outros meios eletrônicos.

XVI – Uso de vestimenta inadequada para o ambiente escolar.

Compete aos Profissionais da Unidade Educacional, no âmbito de sua atuação:

I - criar condições, oportunidades e meios para garantir aos educandos, respeitadas suas especificidades e singularidades, o direito inalienável de serem educados e cuidados de forma indissociada;

II - promover o desenvolvimento integral do educando, garantindo no Projeto Político-Pedagógico, em que se estabeleçam condições de aprendizagem e desenvolvimento relacionadas:

- a) à convivência, brincadeira e desenvolvimento de projetos em grupo;
- b) a cuidar de si, de outros e do ambiente;
- c) a expressar-se, comunicar-se, criar e reconhecer novas linguagens;
- d) à compreensão de suas emoções, sentimentos e organização de seus pensamentos, ligados à construção do conhecimento e de relacionamentos interpessoais;

III – analisar e definir, em conjunto com o Conselho de Escola, situações que priorizem iniciativas e busca de soluções para problemas e conflitos que se constatarem no âmbito educacional, de forma a:

- a) assegurar rotinas de trabalho, ambientes de aprendizagens e uso de recursos materiais que levem em consideração os ritmos de aprendizagem dos educandos, vivências significativas próximas das práticas sociais nos diferentes campos de experiência e áreas de conhecimento;
- b) favorecer o desenvolvimento de interações entre os membros da Unidade Educacional, que reflitam valores de respeito, responsabilidade, cooperação, dentre outros;
- c) não criar impedimentos ao acesso e permanência dos educandos na Unidade Educacional, observadas as normatizações pertinentes;
- d) desenvolver medidas que disciplinem a utilização de aparelhos celulares e outros recursos tecnológicos pessoais nas dependências da Unidade Educacional, observada a legislação vigente e o Regimento Educacional;
- e) estabelecer critérios educativos quando o educando produzir danos materiais nas dependências da Escola ou em objetos de propriedade de terceiros da comunidade educacional interna, se maior de idade, ou por meio de seu responsável, se criança ou adolescente;

IV - criar condições de proteção em que a crueldade, a agressão, o preconceito e a discriminação de qualquer natureza sejam repudiados;

V - promover a construção de atitudes de respeito e solidariedade, por meio do fortalecimento de práticas que promovam o respeito pelos direitos, educação pela paz, liberdade, respeito à vida e diversidade humana, formação de vínculos entre as pessoas e entre elas e os outros;

VI - zelar pela integridade física, psíquica e moral do educando, abrangendo a preservação da sua imagem, identidade, autonomia, valores, ideias e crenças, espaços e objetos pessoais;

VII - acolher as crianças, jovens e adultos fragilizados por situações de vulnerabilidade, de modo que se sintam afetivamente confortáveis e seguros, de forma a superar suas dificuldades.

PLANO DE AÇÃO

CONSELHO DE ESCOLA

JUSTIFICATIVA: O fortalecimento e revitalização do Conselho Escolar em consideração ao exercício da gestão democrática participativa e com o objetivo de desenvolver ações que viabilizem a participação da Comunidade Escolar nas tomadas de decisões da escola.

OBJETIVO GERAL: Viabilizar o processo de revitalização do Conselho Escolar, para que em parceria com a equipe escolar possa assegurar a resolução de problemas identificados pela comunidade e alcance as metas estabelecidas no PPP da escola.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Através de reuniões com a Comunidade Escolar, o gestor deverá sensibilizar para que o Conselho Escolar atue de maneira significativa nas tomadas de decisões da escola.

Melhorar os índices de aprendizagem dos alunos que apresentam dificuldades.

Realizar eventos com a participação do Conselho de Escola, para a discussão dos problemas da escola e possíveis soluções.

Buscar parcerias para resolver problemas encontrados na Unidade Escolar.

Discussão e acompanhamento por parte dos membros do Conselho de Escola do desenvolvimento do Projeto Político Pedagógico da Unidade Escolar.

DESENVOLVIMENTO:

Distribuição dos Convites;

Assembléia Geral;

Eleição dos membros do Conselho Escolar (Eleição pelos pares);

Formação do Conselho de Escola;

Reuniões, para esclarecimentos e levantamento dos problemas da Unidade Escolar;

Busca de parcerias na Comunidade ou S.M.E;

Levantamento das prioridades e tomadas de decisões;

Cronograma de reuniões em parceria com o Conselho de Escola;

Divulgação das ações a serem desenvolvidas, através de painéis que toda Comunidade Escolar tenha acesso

PLANO DE AÇÃO DA APM

OBJETIVO GERAL: Gerenciar os recursos financeiros com transparência, de forma a contribuir na melhoria do desempenho dos alunos, proporcionando condições aos professores para o dinamismo e inovações nas suas atividades pedagógicas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Gerenciar com eficácia e transparência os recursos disponibilizados para a Escola;
 Democratizar as ações desenvolvidas pela APM;
 Disponibilizar os resultados das prestações de contas aos seus associados;
 Adquirir materiais para o desenvolvimento dinâmico e atrativo das atividades pedagógicas dos docentes;
 Participar e contribuir na reavaliação da Proposta Pedagógica da Escola;
 Organizar os arquivos e documentação da APM;
 Manter junto aos funcionários, gestão, docentes, discentes, colegiados e comunidade, um ambiente agradável de participação e interação democrática;
 Colaborar e participar no gerenciamento das ações desenvolvidas na escola;
 Estreitar os laços de participação da escola-comunidade-escola numa ação-reflexão tornando um ambiente de parcerias e de distribuição de responsabilidades.
 A APM tem por finalidade contribuir para a constante melhoria das condições educacionais da sociedade, visando assegurar uma educação de qualidade aos nossos alunos, num ambiente de responsabilidade social e individual, participativo, criativo e de respeito ao próximo.

PLANO DE AÇÃO

CRIAÇÃO DO GRÊMIO ESTUDANTIL

PROPOSTA DE AÇÃO: Incentivar os alunos a participarem da vida escolar e buscarem uma educação de qualidade a partir da criação de um Grêmio Estudantil.

CONTEXTUALIZAÇÃO:

O Grêmio Estudantil é um importante canal no processo de gestão democrática, pois permite aos estudantes exercitarem a cidadania desde a infância participando ativamente das ações e decisões da escola. Ao participarem desse processo, os alunos passam a valorizar mais a educação, desenvolvem o sentimento de pertencimento à escola e fortalecem os vínculos com a comunidade.

COMO EXECUTAR:

Constituir um Grupo de Trabalho para a execução da ação, convidando os membros do Conselho de Escola ou outros interessados da comunidade escolar a participarem.

Pesquisar sobre a história e a atuação dos grêmios nas escolas e compartilhar com o GT textos sobre o assunto. O Instituto Sou da Paz, por exemplo, elaborou a cartilha “Grêmio Estudantil – é hora de participar” que traz várias orientações.

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

1: Sensibilização

Convite aos estudantes da escola para uma primeira conversa onde irão refletir conjuntamente sobre a proposta do Grêmio Estudantil.

- Por que é importante termos um grêmio?
- Como imaginamos o grêmio da nossa escola?
- Como seria sua estrutura e funcionamento?
- Que tipo de atividade ele vai desenvolver?

2: Preparação para a eleição

Encontro para dialogar sobre participação cidadã, democracia representativa e participativa e o ato de votar e fiscalizar os representantes eleitos. Discussão sobre a organização do processo eleitoral de um grêmio estudantil.

Os alunos interessados em fazer parte do grêmio poderão se organizar em chapas e trabalhar na elaboração de suas propostas e plano de trabalho. Devem pensar também em estratégias de comunicação para divulgar essas ideias aos eleitores.

Uma comissão eleitoral deverá então ser formada (número de integrantes e composição a definir com o grupo), com a função de organizar o pleito, definir as regras, promover debates entre as chapas e sensibilizar a comunidade escolar para participar.

Estipular o período da campanha das chapas e a data das eleições.

Elaboração de uma proposta de estatuto para o grêmio a ser criado, com base na missão, nos objetivos e nas outras ideias discutidas no encontro de sensibilização. O documento deve definir os princípios básicos do grêmio, sua estrutura administrativa e funções.

3: Campanha eleitoral

O processo eleitoral é tão importante quanto a própria eleição dos representantes, pois é o momento em que toda a comunidade escolar vai discutir e refletir sobre projetos e visões da escola e da educação. Os momentos de debate devem, portanto, ser valorizados e organizados pela comissão eleitoral.

4: Eleição

A comissão eleitoral organiza a eleição em dia e hora acordados pela direção da escola. O voto é secreto e a contagem pode feita pelos representantes de classe, acompanhados de dois delegados de cada chapa e, caso o grupo deseje, dois educadores.

Os resultados devem ser anunciados logo ao final da apuração. Uma foto dos integrantes da chapa vencedora pode ser exposta nos murais da escola, para que se tornem conhecidos por todos.

CONSELHO DE CLASSE

O Conselho de Classe é um momento de reflexão privilegiado no ambiente escolar, espaço prioritário da discussão pedagógica, composto principalmente pelos docentes e pela equipe técnico-pedagógica que trabalham com determinadas turmas da mesma faixa etária ou mesma escolaridade.

Seu objetivo fundamental é propiciar a articulação coletiva dos profissionais num processo de análise compartilhada, que considere a globalidade do aprendizado do aluno e o trabalho desenvolvido pelos professores e pela escola.

Nesse sentido uma característica fundamental do Conselho de Classe é configurar-se como espaço interdisciplinar de estudo e tomadas de decisão sobre o trabalho pedagógico desenvolvido na escola e, nesse sentido, é um órgão deliberativo sobre:

- objetivos de ensino a serem alcançados;
- uso de metodologias e estratégias de ensino;
- critérios de seleção de conteúdos curriculares;
- projetos coletivos de ensino e atividades;
- formas, critérios e instrumentos de avaliação utilizados para o conhecimento do aluno;
- formas de acompanhamento dos alunos em seu percurso nos ciclos;
- critérios para a apreciação do desempenho dos alunos ao final dos ciclos;
- elaboração de fichas de registro do desempenho do aluno para o acompanhamento no decorrer dos ciclos e para informação aos pais;
- formas de relacionamento com a família;
- proposta curriculares alternativas para alunos com dificuldades específicas;
- adaptações curriculares para alunos portadores de necessidades educativas especiais;
- propostas de organização dos estudos complementares;

Um novo Conselho só é possível ser efetivado quando os sujeitos que o integram apoderam-se, conscientemente dele, colocando-o a serviço de seus propósitos, articulando-o com o Projeto Político Pedagógico comum.

AVALIAÇÃO DO PROJETO:

A avaliação será feita semestralmente, sendo que os resultados serão apreciados pelo Conselho de Escola.

Os instrumentos utilizados para o registro e aferição dos resultados serão:

- Mapa das Turmas, registro dos avanços e dificuldades;
- Resultados das avaliações bimestrais e Provas externas;
- Projetos desenvolvidos pelos professores e alunos;

- Registro por escrito dos professores e alunos;
- Avanços em relação às metas estabelecidas para cada segmento.

AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM:

considerados objeto de avaliação o desempenho dos alunos, as transformações nas atitudes de todos em relação ao conhecimento, ao espaço escolar e ao outro, bem como as práticas pedagógicas, os métodos de ensino, a abordagem do conteúdo, o currículo e também aspectos subjetivos como o autoconhecimento, a autoestima e a autoconfiança de todos, que devem, sem dúvida, ser considerados elementos essenciais e decisivos do equilíbrio escolar.

A avaliação será através de ações claras e objetivas, a cada etapa do processo, de maneira sistemática e contínua, nos horários de JEIF, nas reuniões pedagógicas, onde se fará reformulação e atualização das ações e etapas cujos objetivos não forem atingidos ou precisem ser redimensionados.

Dessa forma, a avaliação da aprendizagem será contínua e cumulativa, e exercida pelo professor no decurso do período letivo, nos momentos e situações que julgar mais convenientes, e utilizando-se dos instrumentos adequados.

Objetivos da Avaliação:

- a) diagnosticar a situação de aprendizagem do educando para estabelecer os objetivos que nortearão o planejamento da ação pedagógica;
- b) verificar os avanços e dificuldades do educando no processo de apropriação, construção e recriação do conhecimento;
- c) fornecer aos educadores elementos para uma reflexão sobre o trabalho realizado, tendo em vista o replanejamento;
- d) possibilitar aos educandos tomarem consciência de seus avanços e dificuldades, visando ao seu envolvimento no processo de aprendizagem;
- e) embasar a tomada de decisão quanto à promoção dos educandos

RECUPERAÇÃO:

A recuperação, parte integrante do processo de construção do conhecimento, deve ser entendida como orientação contínua de estudos e criação de novas situações de aprendizagem.

A recuperação ocorrerá:

I - Continuamente:

- a) como parte integrante do processo de ensino e aprendizagem, na ação permanente em sala de aula, pela qual o professor, a partir da ação educativa desencadeada, criará novas situações desafiadoras e dará atendimento aos alunos que dela necessitarem, através de atividades diversificadas;
- b) no trabalho pedagógico da escola como um todo, sendo a sua organização e planejamento estabelecidos no Plano Escolar / Projeto Pedagógico.

II - Paralelamente, em horário diverso do das aulas regulares, na própria escola, pelo Professor de Recuperação Paralela.

COMPENSAÇÃO DE AUSÊNCIAS

A EMEF “BRASIL JAPÃO” propiciará Regime Especial de Estudos (exercícios e atividades pedagógicas domiciliares com acompanhamento) ao aluno que comprovar, por meio de atestado médico, ser portador de afecções congênitas ou adquiridas, infecções, traumatismos, distúrbios agudos que o impossibilite de frequentar a escola durante um certo tempo, bem como o caso de aluna gestante.

Caberá ao conjunto dos Professores os procedimentos a serem adotados para cada caso, submetendo-os previamente à apreciação do Conselho de Escola.

O aluno que ultrapassar os limites de faltas previstos na legislação vigente poderá requerer através do responsável, se menor, a compensação de ausências comprovadamente justificadas.

A compensação de ausências far-se-á fora do período de aula do aluno devendo o aluno ocupar-se de atividades orientadas.

Serão consideradas justificadas as ausências decorrentes de enfermidades, viagem inadiável e outras razões, a critério do Conselho de Escola.

A compensação de ausências será cumprida no decorrer do período letivo e, excepcionalmente, ao final do semestre letivo, quando a frequência às atividades escolares será descontada do total de horas correspondentes às faltas registradas, para apuração final da assiduidade

Se o aluno vier a se transferir no decorrer do ano letivo, o desconto será efetuado no ato da transferência

PARECER DA EQUIPE GESTORA

“Um projeto de escola só será competente se for coletivo”.

Além de a participação ser um direito de todos, é no coletivo que um conhecimento mais global e verdadeiro é construído. É esse movimento, em que se entrelaçam os diversos saberes que cada um possui que se cria a possibilidade de um conhecimento comum a todos. É através da participação de cada um e de todos que a escola se constitui como local de acolhida, de transmissão ou de reconstrução do saber e cumpre sua missão social de trazer para a esfera da cultura aqueles que se abandonados à própria sorte sucumbirão à barbárie.

E, por assim entender, que a Equipe Gestora da EMEF “BRASIL-JAPÃO” é favorável à aprovação deste PPP, que representa o esboço da intenção coletiva da Escola. Sua homologação representará um voto de confiança e também na vontade coletiva de transformação da escola que temos para a escola que queremos, reunidas nas ações a serem desenvolvidas.

APÊNDICE C–Autorização da Direção da EMEF Brasil-Japão

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO
Secretaria Municipal de Educação
Diretoria Regional de Educação do Butantã
EMEF “BRASIL-JAPÃO”
Rua Dr. Paulo Carvalho Ferreira, 94 – Rio Pequeno – São Paulo – SP
fone: (11) 3768-2097

São Paulo, 08 de dezembro de 2.014.

Ao

Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da USP

A/C da Profa. Dra. Célia Kolffman

Coordenadora do CEP/IB-USP

Autorização para realização de pesquisa

Eu, Vera Lúcia de Sá Cesarini, diretora da Escola Municipal de Ensino Fundamental Brasil-Japão, venho por meio desta informar que autorizo a professora/pesquisadora Gerda Maisa Jensen aluna de doutorado do Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo a realizar a pesquisa intitulada **Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino básico de Jovens e Adultos**, sob orientação da Profa. Dra. Maria Elice B. Prestes.

Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas em especial a Resolução CNS 466/12. Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa, e do seu compromisso no resguardo e bem estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem estar.

Vera Lúcia de Sá Cesarini
Diretor de Escola
RG 4 749.270-3
RF: 627.023.9/2

APÊNDICE D- Ata do Conselho da EMEF Brasil-Japão

92. verso

ATA DA REUNIÃO ORDINÁRIA DE CONSELHO DE ESCOLA DA
EMEF BRASIL-JAPÃO

Aos doze dias do mês de novembro do ano de dois mil e quatorze, às dezoito horas e trinta minutos, em segunda convocação, na Sala de Leitura da EMEF Brasil-Japão, reuniram-se os representantes do Conselho de Escola desta Unidade Escolar, para tratarem da seguinte pauta: 1- Apresentação do projeto de Sequência Didática da professora Gerda Maisa Jensen. 2- Organização do referendo anual. A sessão foi presidida pelo Professor Willem Marcio Pereira Prates, que na qualidade de presidente deste Conselho cumprimentou a todos os presentes, e deu a palavra para a professora Maysa que apresentou para os colegas a sequência didática a ser desenvolvida durante as aulas de ciências. A professora informou que a sequência didática foi elaborada no âmbito do ensino e da pesquisa. Para a pesquisa os alunos foram convidados a participar, assinando um termo de consentimento. O título da pesquisa é "Uma dificuldade especial de Charles Robert Darwin (1802-1889), os peixes elétricos; para aprender ciência, história da ciência e sobre ciência na Educação de Jovens e Adultos".

Sobre o referendo, o conselho decidiu a organização da seguinte forma: no dia 18/11 os professores deveriam apresentar o trabalho que foi desenvolvido ao longo do ano e a partir desta data estaria aberta para a votação, e no dia 25/11 seria realizada a apuração.

O conselho decidiu, por unanimidade, pela aprovação do projeto da professora Maisa, tendo em vista a importância do desenvolvimento de atividade que proporcione o ensino-aprendizagem dos alunos.

EQUIPE DOCENTE:

TITULARES	SUPLENTE
1º PERÍODO	IVANA NASCIMENTO SANTOS
CRISTIANE MATARÚCO DUARTE RITTES	Rayo
MÁRCIA PENHA APARECIDA DA SILVA	EUNICE YOSHIKO YOKOTA Danne
2º PERÍODO	FERNANDA AIRES BOMBARDI
CÍNTIA CLEM	Fernanda Aires Bombardi
WILLEN MÁRCIO PEREIRA PRATES	MÁRCIA CRISTINA RIBACIONKA
3º PERÍODO	CRISTIANE BORSOI SILVA
ROSELI RODRIGUES VIEIRA BARBOSA	José Roberto da Silva
RITA DE CÁSSIA DA SILVA	

13/04/15 Confere e original
ma-fam
c. Alves

Maria Janete Correia Alves
RF 000.000.000-00
Assistente de Direção

EQUIPE TÉCNICA:

VERA LÚCIA DE SÁ CESARINI <i>V. L. Cesarini</i>	PRISCILA ANGELA BASILE-MUNARI FONTANA <i>Priscila</i>
MARIA JANETE CORREIA ALVES	

EQUIPE DE APOIO À EDUCAÇÃO:

MÁRCIA SANTOS DE SOUZA <i>Marcia Santos de Souza</i>	MARIA APARECIDA ALFREDO
DILCE DOS SANTOS MONTANHA <i>Dilce</i>	MARCOS MAURÍCIO AUTRAN MORAIS PINTO

EQUIPE DISCENTE:

WILTON ALBERTO DE CARVALHO (3ª ETAPA A)	JOÃO SANTANA DOS SANTOS (2ª ETAPA A)
RITA DE CÁSSIA TORRES (3ª ETAPA A)	MARIA LUIZA DOS SANTOS BONFIM (9 B)
WASHINGTON DA CONCEIÇÃO SANTOS (4ª ETAPA B)	LETÍCIA CARDOSO DA SILVA (9 B)
PRESCILIA DE OLIVEIRA (4ª ETAPA B)	MARIA RITA DE SOUZA (3ª ETAPA A)

PAIS E RESPONSÁVEIS:

NORMA BEATRIZ LOPES	MÃE DE PEDRO – 7 C
MARIA DOS ANJOS SANTOS NASCIMENTO	VÓ DE LETÍCIA CARDOSO DA SILVA – 9 B
NELSON CANDIDO	PAI DE THAIS DA SILVA CANDIDO – 9B
ELIANA PEDROZA DE OLIVEIRA	MÃE DE ISABELA O. SILVA - 8 A
LÚCIA GONÇALVES DE JESUS	MÃE DE GUILHERME DE JESUS C. MESSIAS - 7 C
ANA PAULA SÁ SENA	MÃE DE MARCOS ANTONIO S. SENA – 8B
ANA CAROLINA RUFINO GUTERRES	MÃE DE ANA CLARA – 2 C
ERALDO DA SILVA	PAI DE WIVIAN BEATRIZ DE SOUSA 5 B

PRESIDENTE	VICE PRESIDENTE	SECRETÁRIA
WILLEN MÁRCIO PEREIRA PRATES	CINTIA CLEM	FERNANDA AIRES BOMBARDI

De tudo para constar, foi lavrada a presente ata, que após lida e achada conforme, foi assinada por mim, Fernanda Aires Bombardi, que secretariei a reunião e por todos os presentes, em lista arrolada acima. São Paulo, 12 de novembro de 2014.

Fernanda Aires Bombardi

*Confere original
ma fonte Alves
43/04/15*

Maria Janete Correia Alves
RG: 16.978.225-6
Ass. Direção

APÊNDICE E: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido/TCLE- para maiores de idade)TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO(maiores de 18 anos)

ESTUDO: Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino de Jovens e Adultos

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa acima citado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós. Desde já agradecemos a sua colaboração.

Eu,, residente e domiciliado(a) na....., e portador(a) do RGSSP-nascido(a) em ____/____/____, abaixo assinado, concordo de livre e espontânea vontade em participar do estudo “Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino de Jovens e Adultos” e esclareço que obtive todas as informações necessárias sobre a pesquisa.

Estou ciente que:

Para o estudo se faz necessário implementar e avaliar uma sequência didática baseada na história da biologia voltada tanto para o ensino quanto para a pesquisa. Ela visa promover a aprendizagem de conteúdos científicos, históricos da ciência bem como uma discussão sobre como a ciência é produzida (aspectos da natureza da ciência).

O método da pesquisa será pautado pela pesquisa-ação, em que a professora regente da classe exercerá simultaneamente a função de pesquisadora. Os procedimentos metodológicos serão: observações, fotografias, gravações de áudio e de vídeo, aplicação de questionários, entrevistas e análise das produções de sala de aula.

Essa(s) coleta(s) de dados serão feitas apenas para este estudo e em nada influenciará (influenciarão) no meu desempenho escolar; não causará nenhum problema, de ordem pedagógica, didática ou psicológica;

Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;

A desistência não causará nenhum prejuízo didático, pedagógico ou bem estar físico e psicológico.

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados;

Caso eu desejar, poderei tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa

☐ Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

☐ Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

VIII) Caso tenham sido tiradas fotografias ou feitas gravações em áudio e vídeo,

☐ concordo que sejam incluídas em publicações científicas, se necessário

☐ concordo que sejam apresentadas em aulas para profissionais da saúde

☐ não concordo que sejam incluídas em nenhum tipo de publicação ou apresentação.

IX) O material colhido será armazenado sob a responsabilidade do Instituto de Biociências da USP, sob a guarda da(o) professora e orientadora Dra. Maria Elice Bzerzinski Prestes do Departamento de Genética e Biologia Evolutiva pelo tempo necessário para a análise dos dados e resultados.

São Paulo, _____ de _____ de 2015

Assinatura do participante

Assinatura do responsável pelo projeto

Professora licenciada ensino fundamental II e médio da Secretaria Municipal de São Paulo, lotada na EMEF Brasil-Japão. e-mail: maisaj@usp.br, telefone: (011) 3768-2097

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elice B. Prestes Endereço: Rua do Matão 277 sala 317a, Cidade Universitária, São Paulo, SP, CEP 05508-090; e-mail: eprestes.usp.br, telefone para contato: (011) 3091-758

APÊNDICE F: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido/TCLE-para menores de idade

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO(menores de 18 anos)

ESTUDO: Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino de Jovens e Adultos

Seu (Sua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa acima citado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós. Desde já agradecemos a colaboração.

Eu,....., portador (a) do RG SSP....., abaixo assinado, concordo de livre e espontânea vontade que meu(minha) filho(a)....., nascido(a) em ____/____/____, participe do estudo “**Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino de Jovens e Adultos**” e esclareço que obtive todas as informações necessárias.

Estou ciente que:

I) Para o estudo se faz necessário implementar e avaliar uma sequência didática baseada na história da biologia voltada tanto para o ensino quanto para a pesquisa. Ela visa promover a aprendizagem de conteúdos científicos, históricos bem como uma discussão sobre como a ciência é produzida (aspectos da natureza da ciência).

O método da pesquisa será pautado pela pesquisa-ação, em que a professora regente da classe exercerá simultaneamente a função de pesquisadora. Os procedimentos metodológicos serão: observações, fotografias, gravações de áudio e vídeo, aplicação de questionários, entrevistas e análise de conteúdo das produções de sala de aula

Essa(s) coleta(s) de dados serão feitas apenas para este estudo e em nada influenciará (influenciarão) na avaliação de meu (minha) filho (a); não vai prejudicar o seu desempenho escolar; não causará nenhum problema, de ordem pedagógica, didática ou psicológica;

Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;

A desistência não causará nenhum prejuízo a mim, nem ao (a) meu (minha) filho (a), de ordem pedagógica, didática ou educacional.

Os resultados obtidos durante este ensaio serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que nem o meu nome nem o de meu(minha) filho(a) sejam mencionados;

Caso eu desejar, poderei tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa

() Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

() Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

VIII) Caso tenham sido tiradas fotografias, gravações em áudio ou vídeo:

() concordo que sejam incluídas em publicações científicas,se necessário

() concordo que sejam apresentadas em aulas para profissionais da educação

() não concordo que sejam incluídas em nenhum tipo de publicação ou apresentação.

IX) Os materiais coletados serão avaliados, dada a ciência dos resultados e posteriormente serão armazenados sob a responsabilidade do Instituto de Biociências, sob a guarda da orientadora, professora Dra. Maria Elice Bzerzinski Prestes pelo tempo necessário para a análise qualitativa.

São Paulo, _____ de _____ de 2015

Assinatura do (a) responsável pelo aluno

Assinatura do responsável pelo projeto

Professora licenciada do ensino fundamental II e médio da Secretaria Municipal de São Paulo, lotada na EMEF Brasil-Japão.e-mail: maisaj@usp.br; telefone: (011) 3768-20

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elice B. Prestes

Endereço: Rua do Matão 277 sala 317a, Cidade Universitária, São Paulo, SP, CEP 05508-090
e-mail: eprestes.usp.br, telefone para contato: (011) 3091-7586.

APÊNDICE G: Termo de Assentimento/TA**TERMO DE ASSENTIMENTO***(No caso do menor entre 12 a 18 anos)*

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino de Jovens e Adultos

I-) Neste estudo pretendemos implementar e avaliar uma sequência didática baseada na história da biologia voltada tanto para o ensino quanto para a pesquisa. Ela visa promover a aprendizagem de conteúdos científicos, históricos da ciência bem como uma discussão sobre como a ciência é produzida (aspectos da natureza da ciência).

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é contribuir no âmbito escolar e acadêmico para a melhoria da qualidade do ensino-aprendizagem de ciências. Para este estudo, a professora regente da classe exercerá simultaneamente o papel de pesquisadora e adotará o(s) seguinte(s) procedimento(s) metodológicos: observações, fotografias, gravações de áudio e vídeo, aplicação de questionários, entrevistas e análise das produções de sala de aula.

Essa(s) coleta(s) de dados serão feitas apenas para este estudo e em nada influenciará a sua avaliação. Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer prejuízo pedagógico, didático ou educacional; a pesquisadora irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras da sala de aula como conversar, ler e escrever, etc.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada a pesquisa. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados no Instituto de Biociências da USP sob a guarda da orientadora Profa. Dra. Maria Elice Bzerzinski Prestes do Departamento de Genética e Biologia Evolutiva para a análise qualitativas.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____ fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar, se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

São Paulo, dede 2015.

Assinatura do(a) menor

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar: Pesquisador(a) Responsável: Gerda Maisa Jensen

Endereço: Rua Dr. Paulo de Carvalho Ferreira 94, CEP: 05382-040, telefone: (11) 37682097 e e-mail: maisaj@ib.usp.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elice B. Prestes

Endereço: Rua do Matão 277 sala 317a, Cidade Universitária, São Paulo, SP, CEP 05508-090; e-mail: eprestes.usp.br, **telefone para contato:** (011) 3091-7586.

APÊNDICE H: NOSLit original

Version 1.2 Version date: April 25, 2008 Copyright © 2008 Carl J. Wenning All rights reserved.

The Nature of Science Literacy Test (NOSLit) is a 35-item, multiple-choice test designed to assess high school student understanding of the nature of science. It is intended as part of a battery of tests designed to assess the much more comprehensive subject of scientific literacy. As one component of such a battery, this instrument can provide critical information for guiding instructional practice, holding schools accountable for achieving specific goals, and determining program effectiveness. For a full understanding of the underlying framework, and what has gone into developing this assessment instrument, users are referred to the following articles:

Wenning, C.J. (2006). A framework for teaching the nature of science. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 3(3), 3-10.

Wenning, C.J. (2006). Assessing nature-of-science literacy as one component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 3(4), 3-10.

This page is intentionally blank.

Instructions: Please put your last name and first and second initials on the provided answer form. Examine all options before responding; select the single best answer. Do not write or make any marks on this question sheet; mark your answers on the provided answer form only. Return this question sheet along with your answer form. Thank you.

1) A teacher asks students, “What do you think will happen next?” The teacher is asking for a(n):

- a) hypothesis
- b) explanation
- c) principle
- d) prediction

2) When biologists or other scientists speak about the “theory of evolution,” what do they mean by the word “theory”?

- a) an initial explanation of a situation or phenomenon based upon a limited number of facts
- b) a well supported explanation that accounts for many facts and makes accurate predictions
- c) a statement of the relationship between particular variables
- d) a general rule or statement of a relationship seen in nature

3) Scientists think of scientific knowledge as:
 a) beliefs supported by repeatable, observable evidence
 b) unchanging eternal truths
 c) assumptions about the world
 d) self-evident statements about the world

4) A diagrammatic representation of relationships between aspects of a phenomenon is best known as a(n):
 a) model
 b) theory
 c) hypothesis
 d) parameter

5) A time-tested, mathematical statement of the relationship between two or more variables is best known as a(n):
 a) assumption
 b) prediction
 c) fact
 d) law

6) A scientific hypothesis is best defined as a:
 a) well tested explanation supported by lots of evidence from experiments
 b) proposed explanation that incorporates available evidence
 c) statement of the relationship between two variables
 d) prediction of what will happen

7) A scientist is attempting to learn something about differently colored apples. She takes bites out of a large sampling of green apples and finds them to be hard and sour. She takes bites out of another large group of green apples and finds them to be hard and sweet. Which of the following is a reasonable initial conclusion about apples in general?
 a) all apples are green and sour
 b) all apples are green and hard
 c) all green apples are hard
 d) all apples are green

8-) Which of the following is a proper conclusion based on this relationship?
 a) if the mass of an object increases, its density will increase regardless of volume
 b) if the volume of an object increases, its density will also increase
 c) if more matter is packed more tightly into a fixed volume, the density of that matter will increase
 d) if more matter is packed more tightly into a fixed volume, the density of that matter will decrease

9) Based on information contained in the graph to the right, what is the relationship between distance (plotted in meters on the vertical y-axis) and time (plotted in seconds on the horizontal x-axis)?
 a) distance = 0.2 meters/second * time - 1 meter
 b) distance = -0.2 meters/second * time - 5 meters
 c) distance = -0.2 meters/second * time + 1 meter
 d) distance = 0.2 meters/second * time + 5 meters

10) A scientist wishes to conduct an experiment to determine the relationship between distance, speed, and time using one or more motorized toy cars. Which would be the best way to proceed?

a) Observe the motion of several motorized cars going different speeds and make a graph – plotting distances and speeds on one axis and times on the other.

- b) Use one car with a fixed speed. Measure distances at various times. Make a graph of distance versus time. Do this again with cars of different fixed speeds.
 c) Take the speed of all cars and average them, and divide this average by time. d) Use the formula $\text{distance} = \text{speed} \times \text{time}$

11) A biologist wants to determine how partial sunlight affects the growth of corn. He plants some corn in an open field with full exposure to sunlight. A mile away he plants the same type of corn in a forest opening that will provide only about one-half of the sunlight that the other corn will receive in the open field. What, if anything, is wrong with this experimental design?

- a) nothing
 b) the experiment might have one or more uncontrolled variables
 c) the growth of corn does not depend upon the amount of sunlight received
 d) there is no control group

12) A lunatic runs through the street screaming repeatedly, "The moon is made of Swiss cheese." Is such a statement scientific?

- a) Yes, even though the statement is wrong.
 b) Yes, because the moon is white and has holes.
 c) No, because the statement is wrong.
 d) No, because the moon is made of rocky materials.

13) Two students are talking. The first student states, "Flying saucers are spacecraft from outside our solar system." The second student replies, "If you think flying saucers are from outer space, then prove it!" What if anything is wrong with the second student's demand for evidence?

- a) Nothing – such a claim as this requires solid scientific evidence.
 b) Proof should not be required because it is impossible to prove a general case with only limited evidence.
 c) Proof is not required because many people have seen and reported on the existence of flying saucers.
 d) Proof for such claims is impossible and, therefore, should not be demanded.

14) Would it be easier to prove the following statement true or false, and why? All red insects have hard shells. It is easier to prove that the statement is:

- a) true because only one instance of a red soft shelled insect would be required.
 b) true because it is impossible to prove a general rule with only limited evidence.
 c) false because it is impossible to prove a general rule with only limited evidence
 d) false because only one instance of a red soft shelled insect would be required.

15) Jean has a hypothesis about how a certain chemical reaction occurs. Based on her hypothesis, she predicts that mixing chemical A with chemical B will produce chemical C. She mixes A with B and the result is mostly chemical C, but chemical D is also produced in a small amount. Which of the following conclusions may Jean properly draw about her hypothesis?

- a) her hypothesis has been proven correct
 b) her hypothesis appears to be supported, but needs to be refined c) her hypothesis is most likely completely wrong
 d) she cannot draw any conclusion from the results

16) Immediately after a powerful thunderstorm, Lakisha finds that a tree in her front yard has fallen into the street. She and her friend, Eryn, attempt to explain why this happened. They come up with four possible explanations:

The tree was blown over by the wind.

The tree was struck by lightning.

The tree was hit by a large vehicle.

The tree was rotten and just happened to fall over.
The most likely explanation is that the tree was _____.

- a) blown over by the wind. Powerful thunderstorms typically have strong winds.
- b) struck by lightning. Lightning sometimes strikes trees during thunderstorms.
- c) hit by a large vehicle. Both Lakisha and Eryn have seen this happen before.
- d) rotten and just happened to fall over. Sometimes trees are weakened by pests and/or diseases.

17) Billy thinks that winter is caused by geese flying south during the autumn. He also thinks that summer is caused by geese flying north during the spring. He claims, "If one event comes before another, the first event causes the second event. It's always this way." What, if anything, is wrong with the claim that if one event follows the other, the first causes the second?

- a) Nothing, this claim of cause and effect is perfectly correct.
- b) Cause has nothing to do with effect according to most scientist; some things just randomly occur.
- c) While effect must follow cause, it is important that the connection between the two be explained.
- d) Cause does not always have an effect in the everyday world as scientists see it.

18) Well established scientific conclusions will generally remain unchanged with the passage of time, but are subject to change in the light of new evidence. This statement is _____, because _____.

- a) true – scientific conclusions might change when new contradictory evidence is found.
- b) true – science is composed of theories that have a high probability of being wrong.
- c) false – once scientists make scientific conclusions, these conclusions can and will never change in the future because laws of the universe are always and everywhere the same.
- d) false – science is the search for truth, and truth never changes.

19) Scientists working at public institutions share certain values such as careful record keeping, making accurate measurements, and reporting procedures, data and results accurately. This statement is _____ because scientists _____.

- a) false – hide their procedures and data from other scientists
- b) false – don't have a common set of values
- c) false – don't follow the "Scientific Method"
- d) true – generally want others to be able to repeat their observations and experiments

20) Scientific ideas are based on reason and evidence, and not on guesses, hunches, or insights. This statement is _____ because _____.

- a) true – scientists only deal with facts and avoid bias due to guesses, hunches, and insights.
- b) true – scientists always follow the "Scientific Method" and it does not allow for guesses, hunches, or insights.
- c) false – scientists only deal with theories that are subject to error.
- d) false – reason, evidence, and creativity are all important for the creation of scientific ideas.

21) A person claims to have experienced an unexplainable and sudden cure of a common but always fatal disease. Several reputable doctors and medical researchers have independently confirmed that the patient has had and is completely and inexplicably cured of the disease. What may a scientist rightly conclude about this situation?

- a) a miracle occurred
- b) an extremely rare event has occurred that is currently inexplicable
- c) the claim of a cure is a hoax
- d) the scientist may draw no conclusions whatsoever

22) A well-known and highly respected scientist claims to have accurate knowledge of future events given to him by space aliens, and has predicted certain events in the not-too-distant future. How

should other scientists respond to these predictions?

- a) accept them because the scientist is well-known and highly respected
- b) reject them, being certain to tell the general public that this man is a fraud
- c) caution the public and wait to see if predictions by the scientist turn out to be true
- d) entirely ignore the man and his predictions

23) In the chart to the right, a scientist has plotted the heights of different plants two weeks after burying the seeds. What is the average height of the plants?

- a) 4 cm
- b) 4.5 cm c) 5 cm
- d) 6 cm

24) Making a prediction on the basis of logic, a hypothesis, or a theory is known as:

- a) empiricism
- b) deduction
- c) induction
- d) proof

25) Good scientists will:

- a) not demand evidence to support new scientific proposals.
- b) hold on to traditional scientific beliefs even when shown contradictory evidence.
- c) seek scientific knowledge, even if it might conflict with their personal beliefs.
- d) reject all physical evidence that contradicts standard scientific beliefs.

26) Which of the following statements would a scientist consider false?

- a) Established laws of science are universal and not merely local.
- b) The natural laws in operation today can account for physical events past, present, and future.
- c) Science allows for the existence of physical objects that cannot be directly observed, but that can be shown to exist through reason and experiment.
- d) Misleading – All of the above would be considered true by a scientist.

27) After making observations or conducting an experiment, a good scientist will report all evidence, including valid evidence that contradicts the expected outcome.

- a) True
- b) False

28) When scientists judge evidence, they make reference to what they already know about the world.

- a) True
- b) False

29) A good scientist who is quite certain about conclusions drawn from experimental or observational data should not be afraid of contradicting commonly held beliefs of the scientific community.

- a) True
- b) False

30) Hypotheses eventually become theories, and theories eventually become laws. a) True

- b) False

31) In order to solve a wide variety of scientific problems, scientists only need to follow “The Scientific Method.”

- a) True
- b) False

32) Scientists should review and check the work of other scientists, especially if that work will serve as the basis for other scientists' future efforts.

- a) True
- b) False

33) Scientists, if given enough time and resources, can completely answer any question that might possibly be asked.

a) True

b) False

34) Scientific knowledge is based only upon experiments.

a) True

b) False

35) When scientists collect and analyze facts, they will produce results that are known with complete certainty.

a) True

b) False

1) d 2) b 3) a 4) a 5) d 6) b 7) c 8) c 9) c 10) b 11) b 12) a 13) a 14) d 15) b 16) a 17) c 18) a 19) d 20) d 21) b 22) c 23) c 24) b 25) c 26) d 27) a 28) a 29) a 30) b 31) b 32) a 33) b 34) b 35) b

APÊNDICE I – PARECER DO CONSELHO DE ESCOLA SOBRE A PESQUISA

Data talvez 11/11 ou 13/11 2014

Aos (...) na sala dos professores, a professora Gerda Maisa Jensen apresentou a todos os presentes em horário de JEIF, sua proposta de trabalho nas aulas de ciências para os alunos das quartas etapas da Educação de Jovens e Adultos, como parte (...) de sua Tese de Doutorado (...). Apresentou cópias dos planos de aula devidamente descritos, com tempo de duração, objetivos específicos, conhecimentos anteriores, conteúdos científico atual, conteúdo histórico científico, conteúdo sobre a ciência, competências e habilidades (Inep 2010), estratégias de trabalho, material instrucional, expectativas de aprendizagem e referências bibliográficas, bem como a forma de registro e avaliação do conhecimento empírico científico do aluno, para apreciação dos presentes. Após o esclarecimento de dúvidas quanto ao trabalho, o levantamento de questões em decorrência da apreciação do material e dos pontos em que poderia haver dispersão para interpretações de cunho religioso por parte dos alunos, necessidade de um tempo maior para atividade que exijam escritas, pela dificuldade em razão do nível de alfabetização dos alunos e sua intimidade com o ato de escrever e dos entraves pelo excesso de faltas de algum aluno, o que é natural para a EJA já que são adultos que trabalham, foi aprovada a proposta de trabalho pelos presentes. Nada mais havendo a tratar, foi encerrada a presente ata que vai assinada por mim (...), secretária do Conselho e pelos demais membros. SP, --/--/----

Devo colocar: aula 1 Experiência sobre
a origem dos peixes
aula 2 Os estudos de
natureza no séc. XVIII...
aula 3 ...
aula 4 ...

APÊNDICE J– TRANSCRIÇÃO DE VÍDEO E ÁUDIO DAS AULAS E ENTREVISTAS

Aula 01 - ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA: “O QUE É CIÊNCIAS?” – Transcrição do Arquivo 701_0068

Maisa: Iremos retomar a nossa aula passada. Bom, vamos começar por hoje: Dona Lídia, [Divaneide], Raissa e [Cássio]. Cadê o trabalho de vocês? De hoje. Eu queria saber o que te lembra a palavra Ciência? O que te lembra Raissa? O que te lembra Divaneide? Dona Lídia o que te lembra? Vamos recordar então. Na aula passada, eu fiz uma pergunta, a primeira pergunta que eu fiz é se você já estudou ciências alguma vez...

Aluno: Muito. Comecei a estudar com 3 anos...

Maisa: Você começou a estudar com 3 anos quando começou a estudar Ciências?

Aluno: Não.

Maisa: Estou falando de ciências só. Então conta um pouco. O que você lembra?

Aluno: O que eu lembro... sabe, eu estou que nem velho...

Maisa: Estou vendo que você tá nervoso. Vamos ver, vamos pular pra Rosemar. Você poderia repetir o que você lembra?

Rosemar: Professora, como eu disse na primeira aula, eu não lembro das ciências direito, mas o pouco que eu peguei aqui, que eu lembro... Pelo que eu entendi, a medicina é desenvolvida para descobrir remédios. E sobre a pesquisa sobre o corpo humano.

Maisa: Divaneide, o que você lembra que estudou sobre Ciências? Não lembra nada, nunca estudou?

Divaneide: Não, eu já estudei. Sobre o corpo humano, também. E, deixa eu ver o que mais. Não lembro mais.

Maisa: Eu acho que vocês estão nervosos. Daqui a pouco vamos lembrar. Raissa, você lembra? Você é bem jovem... Que idade você está, Raissa?

Raissa: Catorze.

Maisa: [inaudível]. Você não se lembra?

Raissa: Eu sou da Bahia.

Maisa: Você veio da Bahia... Seja muito bem vinda. De que cidade você veio?

Raissa: Jacobina, conhece?

Maisa: Jacobina já ouvi falar. Minha família é de [inaudível], já ouviu falar? Perto de Brumado, Nossa Senhora da Lapa... conhece? Tem Santa Ana.

Aluno: Eu sou de lá.

Maisa: Região da Chapada Diamantina. Você estudou lá, Ciências? Na Bahia?

Aluno: Estudei, estudei.

Maisa: E lembra o que você fazia?

Aluno: Não, eu brincava mais. A senhora sabe como é... Chamo de senhora por respeito.

Maisa: Claro, obrigada. Você me acha jovem né [risos]? Pode falar.

Aluno: Que, na adolescência que eu brincava. Mas agora não. Até os 12 anos eu [inaudível].

Maisa: Entendi. Edileuza, você lembra o que falou pra mim na aula passada? Quer repetir, por favor?

Edileuza: Eu falei sobre o vaso sanitário, de como se desentupir o vaso sanitário [risos]. Daí tem um pouco de Ciências né. Ciências, o que eu vejo na minha cabeça, é um cientista, é um laboratório, fazendo pesquisas, pra remédios... então é isso que me vêm a cabeça.

Maisa: Legal. Lídia, o que te vêm à cabeça, desde a aula passada, o que você estudou?

Lídia: Olha, eu falei como eu estudei Ciências. Eu penso na Ciência a primeira vez. A primeira aula de ciência que eu tive com você, foi a primeira aula de ciências que eu tive em toda a minha vida, então tem muita coisa que eu sou [inaudível]. Estou estudando Ciências lá no serviço.

Maisa: Nunca se interessou por Ciências, é isso?

Lídia: Eu não tenho como mostrar a prova, porque eu deixei em casa.

Maisa: Mas ainda temos o semestre inteiro, fica tranquila. E você? É a moça do algodão, é a Meire [inaudível], né?

Aluna não identificada: Então, é como eu coloquei aí, que no tempo em que eu estudava, eu lembro que a Professora colocou pra plantar a sementinha do feijão. O Moreninho disse que ele também fazia isso. Então, na escola tinha aqueles canteirinhos. Então o nosso nome era pregado em cada canteirinho, com o seu nome. Aí cada dia que chegávamos na escola, tínhamos que molhá-lo, pra ver ele crescer. Aí eu lembro que a gente fazia isso na escola. Todo mundo chegava na sala e tinha seu canteirinho lá, com as plantas. Então eu lembro isso...

Maisa: Estudavam plantinhas, estudavam o corpo humano, é isso que falaram. Falaram em pesquisa e em laboratório. Só a Dona Lídia que falou que nem tinha ideia disso.

Lídia: Eu tenho 4 anos de trabalho no Butantã, e eu via eles fazendo aquelas pesquisas nos

ratos, aplicando anestésias nos ratos. Eu via eles colhendo o veneno da cobra pra fazer "cura" [inaudível].

Aluna 2: Eu não sei explicar esses tipos de coisas, como eles lidam com esse tipo de coisa, eu acho que [inaudível].

[Todos conversam].

Maisa: Então a Dona Lídia tá contando que trabalha no Instituto Butantã, que ela vê aplicarem injeção nos ratos, depois cortam os ratos. Que ela vê tirarem o veneno de cobra, e que ela acha que isso tem a ver com Ciências, embora ela nunca tenha estudado Ciências, é isso?

Lídia: Isso.

Maisa: Estávamos falando com você, como é que você se chama?

Josenildo: Josenildo.

Maisa: Tem outro rapaz que é José também. Estamos retomando algumas coisas, porque hoje eu pedi pras pessoas relacionarem cinco palavras com o termo Ciências, o que é que lembra Ciências? Quero só uma motivação, pra voltarmos para aquela nossa primeira aula e, aí, devagarzinho o Carlos foi percebendo que ele lembra algumas coisas, que ele dizia que não lembrava. Por isso que estamos sentados em círculo. Aí o pessoal tava lembrando que você falou, da plantinha com o feijão, da mistura de substâncias... E a Raissa falou que estudava na Bahia. Aí eu perguntei se lá ela teve Ciências, e ela não está lembrando de nada.

Aluno: Eu acho que na Bahia é mais difícil, porque meus filhos também não contavam isso daí, embora lá seja mais fácil pra fazer, porque lá é terra do [cultivo] [inaudível], então era mais fácil pra fazer. Então eu fiz ali...

Raissa: Eu vim da Bahia. Só estudei lá, mas faz tempo. Mas eu lembro bastante, que eu fazia tudo isso.

Maisa: Então, uma coisa legal é isso, como algumas pessoas são mais interessadas em Ciências, e outras não são tão interessadas. Isso é super natural, pra todas as disciplinas tá, eu quero que vocês fiquem "super" à vontade. Pelo que vocês falaram na aula passa e hoje, parece que estudar Ciências é descobrir coisas novas; ou compreender de uma forma nova as coisas que já conhecemos. Eu entendi direito, é isso mesmo que a Ciência é pra vocês?

Aluno 2: Pra mim é.

[Respostas positivas].

Maisa: Eu também tinha perguntado qual era o trabalho dos cientistas. Aí, quem que lembra, quem que sugere alguma coisa?

Aluna 3: O trabalho dos cientistas é descobrir coisas, né?

Maisa: Tá, sim. E ele tem um jeito pra fazer isso?

Alunos: Têm.

Maisa: Qual que é o jeito?

Aluna 3: Pelo que eu vi na TV, num programa que eu vejo, mostrou assim das Ciências da Medicina. Aí eles pegam as plantas, pra ver se conseguem fazer aqueles remédios pra combater as doenças. Aí tem as misturas que eles fazem pra chegar naquele ponto dos remédios...

Maisa: Josenildo e Carlos, aonde eles fazem essas misturas, eles tem algum lugar especial?

Josenildo ou Carlos: No laboratório.

Maisa: É isso que você vê no Instituto Butantã, é no laboratório?

Lídia: É, lá tem também o pessoal que fica analisando os pés de árvore, procurando ali, onde tem doença nas árvores, algum fungo, não sei, eles aplicam aquele medicamento, enfim. Não sei, acho que tudo é descobrir, procurando.

Maisa: É, estamos mais ou menos vendo algumas coisas. É que você trabalha num lugar específico, não é, que é o Instituto Butantã. Ali o que você vê é quem lida com animais, animais que são criados pra isso, que eles lidam com árvores, com plantas e alguns instrumentos. Ele falou, a injeção, falou em corte, vocês falaram em plantar o feijãozinho, você que tava falando....

Aluna não identificada: Isso, no “saqueirinho” [inaudível].

Maisa: Bom, então se a Ciência é feita, pelo que a Lídia falou dentro de um laboratório, mas também as árvores ficam fora do laboratório, ficam num campo. Alguém conhece algum outro tipo de trabalho, trabalho em outro lugar, diferente. Não sei, alguém já trabalhou em hospital...

Aluna 4: Aqui na USP não tem aquele lugar de pesquisa... um laboratório de pesquisa aqui na USP. Num prédio, onde vários estudantes passam pra fazer essas pesquisas, aqui também na Odonto, vários lugares que eu já passei....

Maisa: A Edileuza disse que trabalha num hospital, em qual hospital você trabalha? No Universitário? Mas não tem acesso à área de pesquisa?

Edileuza: Isso. Onde eu trabalho é na UTI, então não tenho acesso a nada.

Maisa: Bom, aí vocês estão me lembrando, de duas coisas que eu gostaria que vocês pensassem, a primeira coisa é a seguinte: A Edileuza contou uma forma de a gente desentupir a privada do vaso sanitário, como ela estava comentando no início. Se eu entendi, eu estou repassando aqui, você disse que faz uma pilha de folhas de jornal, dobra pra ficar grosso e põe esticadinho dentro do vaso sanitário com água limpa. Aí fecha a tampa, põe o joelho em cima e dá a descarga. E aí desentope o vaso sanitário. A gente não testou...

Josenildo: Que a água ao invés de subir, volta.

Maisa: Isso, que a água ao invés de subir, volta. E o Josenildo tinha uma explicação, uma teoria aí pra isso, se eu entendi bem. Ele disse que o ar que estava lá no vaso sanitário, ele tem que escapar por algum lugar. Se ele não pode sair porque tem uma tampa e um joelho segurando em cima, o único jeito é o ar descer e empurrar seja lá o que estiver entupido. Então é assim: outra forma de desentupir, também, é chamar o pedreiro pra tirar o vaso. Corre o risco de quebrar o vaso, às vezes tem que quebrar o piso...

Então são duas maneiras diferentes de tentar resolver um mesmo problema. Então a pergunta é: será que os cientistas resolveram tudo do mesmo jeito, depende de alguma coisa, do que é que depende? Não tem duas soluções para desentupir o vaso? As duas servem, uma vai ter mais vantagem o outro menos vantagem. Então pra resolver um problema, pra descobrir uma coisa, não tem uma solução única, cada um tenta resolver de um jeito. A minha pergunta é: os cientistas tem um único jeito, todo cientista faz a sempre a mesma coisa?

Vários Alunos: Não.

Maisa: Então aquele que trabalha com a árvore tem aparelhos, instrumentos, um modo de trabalhar diferente de trabalhar daquele, do ratinho, é isso?

Aluno 3: É que o cientista "anônimo" [inaudível] é diferente daquele cientista que faz estudo com vacina. Ele é diferente porque ele ali tá caçando o fogo que tá matando. Na verdade, o cientista que mexe com esses bichos, ele aplica uma descoberta deles, pra ver se vai dar certo no ser humano. Porque, na verdade, quando eles fazem teste em árvores, animais, é para poder testar uma substância que eles querem usar em seres humanos.

[Todos conversam].

Maisa: Então gente, tenho ainda mais perguntas, eu sou cheia de dúvidas. Vocês acham que a política, a religião, elas podem influenciar esses resultados?

[Alunos concordam e discordam].

Aluno 3: Depende. Porque as pessoas falam que os humanos são descendentes de macacos. E para o evangelho do Cristão não pode ser, porque ele acredita que Deus fez o homem e a mulher, como é que você é descendente de macaco? Então, tem diferenças...

Maisa: Então você acha que a Religião interfere nos resultados...

Aluno 3: Interfere.

Maisa: E a política, interfere?

[Silêncio].

Maisa: A economia, interfere?

Aluno 3: Eu acho que interfere, mas é diferente. Porque a maioria das pesquisas é envolvida com o dinheiro do Estado, do governo. E se o governo às vezes não liberar a verba, ele não consegue terminar o que ele começou, fica parado. Igual as construções que a gente vê. Então eu acho que interfere sim.

Maisa: E o fato de vocês estarem perto do hospital universitário, trabalharem no hospital universitário, trabalharem no Instituto Butantã, vocês acham que as pessoas que moram longe da USP, do hospital universitário, elas também têm essa visão que vocês têm.

[Todos conversam].

Maisa: Pra aprender Ciências, por exemplo, vocês acham que faz diferença a Lídia trabalhar no Instituto Butantã, a Edileuza trabalhar no Hospital Universitário, a Rosemar trabalhar com advogados e estarem neste bairro... Será que isso enriquece o modo como a gente vê as coisas ou não, é igualzinho lá na Bahia, o que vocês acham? Como vocês aprendiam Ciências lá?

Raissa: Na escola.

Maisa: Na escola. E você acha que se você tivesse aqui, no instituto, seria mais fácil de aprender, mais difícil?

Raissa: mais fácil.

Maisa: Mais fácil? Divaneide, qual é a sua opinião sobre isso, que sensação você têm? Aqui tem o Instituto Butantã, tem o HU, a universidade.

Divaneide: É no instituto que são produzidas, que sai todas as vacinas que servem...

Maisa: Pra nós, não é? Então ela tem todo esse contato, ela traz esse depoimento. Vocês acham que uma escola que está lá, sabe lá onde...

Aluna 5: Não, não tem contato com nada, não sabe o que se passa.

[Interrupção da aula - Discussão sobre os terceirizados demitidos]

Maisa: Bom, a atividade de hoje era colocar cinco palavras relacionadas ao termo Ciências. Posso começar por você Meire [inaudível]? Ela colocou assim: Ciência lembra planta, em primeiro lugar. Depois, ciência lembra feijão, milho e algodão. Em terceiro lugar, a pessoa tomando banho. Em quarto lugar, ciência é roupa. E quinto, ciência é trabalho. É isso? Você quer explicar um pouquinho? Por que a ciência te lembrou milho, feijão e algodão?

Meire: Porque é uma coisa que a gente faz, que a gente planta.

Maisa: E isso serve pra quê?

Meire: Pra muitas coisas, pra alimentos...

Maisa: Entendi. A Rosemar escreveu: Ciência lembra cor. Ciência lembra pesquisa. Ciência lembra natureza. Ciência me lembra cheiro. Ciência me lembra paladar. Você quer comentar?

Rosemar: A Ciência está em tudo né? No meu modo de pensar. Porque, se tem alguém doente, a ciência tá no meio. Com o paladar, se você vai fazer um bolo, a ciência tá no meio [risos]. A Natureza, me fez lembrar o pessoal saindo pra procurar remédio na natureza, na Amazônia.

Maisa: Ok. A Edileuza colocou: "pra mim é uma descoberta de coisas". Que acho que é um consenso aqui na nossa última discussão... "Na medicina ela é muito importante", claro, ela trabalha no hospital universitário. "Ciência é, portanto, modernidade"... é isso? Explica por que isso, não tinha Ciência na antiguidade?

Edileuza: Até tinha né, mas quanto mais descobertas, mais ciência vai surgindo né.

Maisa: Entendi. Ou quanto mais a Ciência vai caminhando, mais ela vai selecionando...

Edileuza: Isso.

Maisa: E o último é da Raissa, gente.

Raissa: Não precisa mais ler não, professora.

Maisa: Você não quer que eu leia o seu? Vamos lá, você disse assim: "Ciência, efetivamente é utilizada nos cursos científicos, corpo humano. Ciência pode permitir o conhecimento da História; ciência que é consumido por certos fatores; ciência tem várias aplicações, pode ser usada para...". Bacana essa ideia você [inaudível], por exemplo: computador, que é uma coisa complicada. Tem origem na Ciência? Sim ou não? Teve Divaneide, bomba d'água teve origem na Ciência? Carro à gasolina, aquele scanner da caixa do supermercado, teve origem na ciência?

Josenildo: Tudo teve origem na Ciência, professora?

Maisa: Tudo?!

Josenildo: Porque você tem que descobrir de que maneira você vai fazer aquilo funcionar. De quê maneira vai sair, vamos supor, o custo mais barato ou mais caro. Então tudo, tem que se fazer um teste. Porque não pode pegar qualquer coisa e jogar no mercado e falar... se morrer, morreu. Não. Eles têm que, deixar no ponto certo. Senhora acha que eles, naqueles metrô, de que se eles não fazem pela ciência, de que maneira vai cortar o vento, ou de que maneira vai andar naquele trilho, ou o que eles vão fazer pra colar aquilo naquele trilho? Ou como ele vai funcionar, se é a água, à energia. Eles nunca iriam descobrir, se não...

Maisa: É isso gente, concordam ou discordam?

[Alunos concordam].

Maisa: Então a Ciência é uma coisa que, é feita pelos seres humanos. E estes seres humanos são os tais cientistas. E os tais cientistas não tem uma maneira única de trabalhar. E os tais cientistas são influenciados pela religião, pelo financiamento, pela política - que nem o Alckmin que vai aí fechar o hospital, tá fechando os leitos aí, também para quem estava estudando alguma coisa de medicina. Já era, não tem mais onde estudar. É isso?

Josenildo: A ciência vai morrer.

Maisa: A ciência vai morrer ali... É isso que você tá me dizendo? Eu acho que temos ideias bem bacanas a respeito de Ciências, sim.

Aluna: Mas agora a Senhora vai ter que apresentar pra gente um pouquinho da ideia da professora, um pouquinho, pelo menos.

Maisa: Sim, eu vou apresentar a minha ideia pra vocês, durante o curso todo! E eu tinha feito uma proposta com vocês, pra ver se vocês topavam fazer o curso, como se vocês fossem cientista. Eu trago o problema e a gente começa a pensar como cientistas. Então, vamos ter que começar a aula dessa maneira, nessa discussão entre nós. Um achando, trabalhando em cima do pensamento do outro, sem criticar, sem dar risada. E aí, Raissa, a sua contribuição é importante, a sua também Divaneide. Eu sei que você pode estar participando mais do que o colega que fala. Você está assimilando tudo isso, mas a contribuição da fala de vocês enriquece. Nós sentimos falta, então... pode ser assim? Posso trazer um problema pra pensarmos como pode ser resolvido?

[Alunos concordam].

Maisa: Ao mesmo tempo, pensar em como esse problema pode ser resolvido, a gente vai comparando, como os cientistas foram resolvendo, e eu vou colocando as minhas ideias, pode ser assim, devagarzinho? Eu trago o problema, vocês vão achar soluções. E aí vamos estudar os cientistas que tinham uma solução mais perto de vocês, ou mais longe que a de vocês, e que vimos, são múltiplos os caminhos, são vários pra se resolver algum problema. E aí encontramos esses entraves, de religião, de política, de economia, às vezes até entraves pessoais.

Lídia: Mas não teria que ter um livro, pra estudarmos? Pra se aperfeiçoar um pouco mais? Porque, assim só de cabeça... nós temos que ter um livro pra estudar um pouco, a história da ciência pra começarmos a resolver os problemas...

Maisa: Mas eu trago pra vocês. Eu sempre trago. Hoje, em Dezembro, fizemos um trabalho de escrita, pra eu conhecer a letra de vocês, as dificuldades.

Lídia: Assim, a ciência me chama muito a atenção porque, no local que eu trabalho, lá são todos pesquisadores, e no Instituto Butantã tem uma revista, num laboratório, lá é que fazem as revistas. Então é nesse laboratório que eu trabalho. O nome do laboratório chama-se: História, Laboratório Social [inaudível] e História da Ciência. E meu chefe que auxiliou outros pesquisadores de fazer [inaudível] eu vou trazer essa revista.

Maisa: Traga pra nós todos. Podemos usar esse material da História da Ciência do Instituto Butantã pros nossos trabalhos.

Lídia: É que assim, não sei se dará pra tirar muito proveito, porque lá está contando mais a história do Butantã, e por várias pessoas que já passaram por lá.

Maisa: Mas ele é cientista ou é historiador?

Lídia: Historiador.

Maisa: E está no instituto de pesquisa de ciências. Então, a ciência tem vários braços, vocês percebem?

Josenildo: [inaudível] pra senhora depois? Se eu já falei meu trabalho, já falei tudo já.

Maisa: Então não precisa escrever. Tá liberado... estou concordando, não tem problema. Por isso que é bacana quando eu estou gravando, às vezes o aluno a gente chega atrasado, mas conseguem participar e eu tenho um documento de que vocês participaram.

Isso é importante, isso é um passo ético e muito importante. Eu estou utilizando o conhecimento de vocês, a boa vontade de vocês, então eu tenho que estar explicando o que eu estou fazendo. Então eu estou fazendo um ensino que é chamado "Ensino por investigação". Quando estamos fazendo ensino por investigação, nós vamos atrás do

material que vai nos dar um suporte pra pensarmos. Vocês não me disseram que os cientistas não têm as respostas? Como eles resolvem as questões, o que vocês acham? A cura da Aids, por exemplo: como é que eles vão buscar resolver?

Josenildo: A Senhora acha que, se eu sou o cientista e descubro alguma coisa que vá me render dinheiro, a senhora acha que eu vou publicar num livro? Eu não vou publicar num livro. Eu vou publicar por cima, não vou definir qual é a química que eu usei, eu não vou falar.

Aluna 4: Mas então porque tem o livro de Ciências?

Josenildo: Se você for ver o livro do autor mesmo, ele não põe tudo...

Aluna 4: Mas ele não precisa por tudo isso... para publicar.

Josenildo: Vamos supor, o celular da Samsung, não é igual ao da LG, concorda? Se o dono da Samsung colocar tudo num livro, você acha que todo celular vai ser igual?

Maisa: A Coca-Cola...

Josenildo: É então! A Coca-Cola, ninguém sabe qual é a ciência da Coca-Cola. Se ele põe tudo num papel, a Coca-Cola não ia ser copiada?

Aluna 4: Mas na Lei não pode.

Josenildo: Não pode o que?

Aluna 4: Copiar... aí tem a patente, pra dizer que é seu...

Josenildo: Até você saber que é seu, quanto aquela pessoa já não ganhou nas suas costas?

Maisa: Estamos entrando numa seara que é bem legal. Tem duas coisas que acho legal: tem a questão da fraude, a questão do plágio e da pirataria. São três coisas interessantes e válidas pra se discutir. Se existe a pirataria de uma obra, de um cantor, de um quadro, uma cópia, um plágio. Também pode ter um plágio de um texto, não pode? Eu já vi muito aluno copiar de colega e entregar. Ou copiar da internet dizendo que foi ele quem fez. Isso, quando a gente consegue descobrir. Como é que a gente mantém essa questão ética, por exemplo. De trabalhar com animais, com os macacos, os ratos, de publicar os trabalhos. Como é que os cientistas resolvem essas questões éticas? Ou não resolvem?

Josenildo: Isso é complicado. Porque tem vezes que eles se reúnem, em nome da ciência. Pra tirar ideias, ideias melhores. E tem, deles, que não aceita se misturar.

Aluna 4: Mas lembra que o professor de arte explicou pra nós, que, por mais que eu desenhe igual a você, tem algo ali que não sai igual. Porque você tem o seu toque, então não tem como eu fazer igual a você.

Maisa: Se ficar igual é plágio. Bacana, então na próxima aula, na terça-feira eu trago um

livro, a Lídia vai trazer as revistas de História da Ciência do Instituto Butantã, não é Lídia?

[Todos conversam].

**Aula 02 – O FENÔMENO DA DOR E ENTORPECIMENTO DOS PEIXES –
Transcrição de vídeo (BDMV.mov)**

Gravada em vídeo; foto da lousa anexada.

Maísa: A gente vai trazer uma atividade pra vocês. Estamos sentados em círculo não só por sentar, é para a gente poder conversar. E vocês podem trabalhar em dupla, então na próxima aula em que a gente sentar em círculo, sente sempre perto de um parceiro ou de uma parceira, que seja com quem vocês possam trabalhar.

O Ricardo tem uma folha especial. Você ligou os pontinhos com as letras?

Ricardo (Aluno): Sim [gesticulando].

Maísa: Então essas são as palavras principais e a gente vai falar sobre esse tipo de [inaudível]. Depois você me entrega, no final, tá bom?

Ricardo (Aluno): Sim [gesticulando].

Maísa: Ricardo, você pediu e aqui está a letra bastão. Então eu estou também colocando a letra bastão para o Ricardo, mas também a [inaudível] possível para os demais, tudo bem?

Vários alunos: Sim.

Maísa: Então vocês não precisam copiar duas vezes, quando eu colocar a letra bastão é porque estou pensando no Ricardo. E sempre eu vou começar a atividade passando pra ele e depois a nossa atividade, para a gente ficar mais fácil. E o que eu vou pedir para vocês anotarem no caderno é o glossário. Quem sabe o que é o glossário? Ninguém né? Então, o glossário é isso. A palavra glossário vem de glosa, de língua, então o glossário é onde a gente anota as ideias, os conceitos, que a gente aprende na aula, quando a gente tira dúvida do texto. Não é um dicionário, mas vocês podem também colocar na ordem alfabética. Quem coloca no dicionário é um estudioso, que faz o estudo das palavras, uma pesquisa intensa sobre a história das palavras, a origem e vai colocar tudo no dicionário. Glossário é para a gente. Deu para entender a diferença? Uma palavra do texto que vocês não entenderem, vocês podem me perguntar e às vezes a gente entende a mesma palavra de modo diferente. Então vamos começar com o texto?

Acho que as folhas clarinhas estão melhores.

Aluno 1: Professora, é pra escrever isso aí?

Maísa: Você só vai escrever no seu caderno o glossário. Nós vamos ler o texto e procurar as palavras que a gente não entender no texto, fazer nosso glossário e essa a nossa atividade. O glossário só no caderno, você pode copiar "Aula de Ciências, o título e o glossário". Essa folha eu vou recolher e depois você cola no caderno, para eu corrigir, tudo bem?

Aluno 1: Professora, agora eu já coloquei meu nome na [inaudível].

Maísa: Pode. Podemos começar? Já colocaram o nome?

Joseílton (Aluno): Fabuloso.

Maísa: Fabuloso já é uma dúvida?

Joseílton (Aluno): Luís Fabiano.

Maísa: Porque o Luís Fabiano é Fabuloso?

Joseílton (Aluno): Porque ele faz gols bonitos. Quando uma pessoa é goleadora ela é um atacante que pensa rápido. Isso é fabuloso.

Maísa: Isso é fabuloso. Alguém conhece outro sentido para fabuloso, alguém já leu fábulas em aulas de leitura?

Aluna 3: Fábula é uma história, né? E fabulosa é uma pessoa maravilhosa.

Maísa: Exatamente. Então pode ser fabuloso - a pessoa - de fábula?

Aluna 3: Não, fábula é de uma história.

Maísa: Então se eu vou contar um caso fabuloso, é um caso que é uma fábula? Por isso é chamado de fabuloso. Que conta uma história. Então o título diz o que: "Um caso fabuloso desde a Antiguidade". Podem ser duas coisas: um caso famoso, extraordinário, mas também pode ser um caso que é tido como uma fábula. São dois sentidos.

Joseílton (Aluno): Dois sentidos numa palavra só.

Maísa: Isso. E porque eu escolhi essa palavra [inaudível], o professor tem intenção quando faz as coisas? Porque vocês vieram do Ensino Básico, onde vocês aprenderam a ler e decodificar. Agora vocês já conseguem perceber que ler é mais do que decodificar as letras. Elas podem significar coisas diferentes. Então a gente tá tentando desenvolver essa habilidade, de ler, compreender e interpretar. Tem que ver como é que você interpreta o que o autor quis dizer. E é o que a gente está tentando fazer com o texto de ciências. Antiguidade, todo mundo sabe o que é?

Joseílton (Aluno): Coisa antiga ou é um período da história?

Edileuza (Aluna): É um período da história.

Maísa: Então aqui ele tá significando com letra maiúscula um período da história. Se fosse com letra minúscula, poderia ser sobre coisas antigas. Então antiguidade é um período da história que é antes ou depois de Cristo?

Santana (Aluno): Antes de Cristo.

Maísa: Bem lembrado. Então isso se passa há, pelo menos, mais de 2014 anos. Então é um caso tido como uma fábula, ou um caso famoso, desde antes de Cristo. É isso o que a gente vai ver. Podemos? Alguém quer ler ou querem que eu leia? Então eu vou me sentar aqui para ler com vocês e numa próxima vez outra pessoa lê combinado? Tudo pelo lado direito? Mas quando a gente vai jogar é pelo sentido anti-horário, jogo de baralho.

Edileuza (Aluna): Eu vou ler professora.

Maísa: Perfeito. Vamos fazer assim, você lê até o primeiro ponto. Daí se alguém tiver dúvida de alguma palavra a gente esclarece. Vamos lá.

Edileuza (Aluna): “Desde a Antiguidade, 500 a.C., já havia o conhecimento da existência de peixes, que causam entorpecimento nas presas e nas mãos de quem os toca.”

Maísa: Parou. Dúvidas até aqui? Entorpecimento, todos sabem o que é?

Vários alunos: Não.

Maísa: Então pode colocar no glossário a palavra. Querem que eu dite, escreva na lousa? Podem copiar a palavra entorpecimento, eu vou fazer uma vez - na lousa - e daí a gente vê o significado. Alguém quer chutar o que é entorpecimento?

Edileuza (Aluna): Entupir-se de coisas?

Maísa: Não.

Aluna 6: Faz dormir.

Maísa: Isso, dá um estado de torpor. Alguém já se sentiu assim, com medicamento. O que mais causa?

Edileuza (Aluna): Bebida alcoólica.

Maísa: Isso, fica num estado meio paralisante né? Cansaço.. Já sentiu, quando você fica sentado numa posição, a perna parece que fica dormindo? Então, entorpecimento é isso, uma sensação parecida com essa. Depois para voltar a normal a gente sente como formiguinha né? Todo mundo já sentiu isso?

Aluna 6: É como [inaudível], sono..

Maísa: É, dá uma certa fraqueza. Mas a senhora já sentou em cima do braço até ficar sem sentir, ficar dormente.

Vários alunos: Já.

Maísa: Então entorpecimento é esse estado.

Aluna 6: Estado de dormência

Maísa: Isso. Escrevam em frente ao sinal de igual, "estado de dormência". Nem sei se tem chapéu, eu ponho demais, depois vocês perguntam para a professora Rita. Não sei se existe "dormência", sei lá. Vamos seguir. E presas, todo mundo sabe o que é "presas"?

Joseílton (Aluno): Presa é algo que o caçador vai apanhar.

Maísa: Isso. Predador e a presa. Não, não é presa de dente. É tipo o leão e a lebre, o predador e a presa, a lebre e a comida do leão. Então, voltando a essa frase: "Desde a antiguidade já havia o conhecimento da existência de peixes que causam entorpecimento nas presas e nas mãos de quem os toca". Vocês conhecem algum peixe assim, já pegaram na mão? Que peixe que causa dormência Santana?

Aluna 6: Tem o peixe elétrico.

Joseílton (Aluno): Peixe elétrico, Raia.

Aluna 6: Tem aquele peixe de água doce, que é chamado de Mandi. Mas é só quando ele [inaudível], às vezes, com o esporão dele e você sente o braço todo dormente.

Maísa: Então tá, então pelo menos vocês dois já ouviram falar de peixes que não é necessariamente esse e que causam torpor. Então aí tem umas imagens, que nessa folha ficaram muito ruins, com o exemplo. O exemplo mais conhecido lá na Antiguidade era o tipo de raia chamada de Torpedo. Então quem botava a mão no Torpedo, pescador ou um estudioso, e a mão já ficava dormente ou sentia a dor, sem que ele tivesse necessariamente mordido como o Mandi ou ferroadado como a Raia.

Edileuza (Aluna): Você viu o Fantástico no domingo? Apareceu um peixão lá. Ele é cheio de umas cabeleireiras e tem uns ferrões. E onde ele toca dá essa sensação aí. É dos Estados Unidos, criado em aquário. Só que algumas pessoas compraram e ele começou a crescer demais, e ele come muito, e jogaram ele no mar. E ele dá 800 ovos por dia, é uma praga. Ele come todos os peixes e aqui no Brasil apareceu um. E sabe esse pessoal tipo índio, que fala meio enrolado e tem um cabelão preso? Eles [inaudível] nesse país aí e nem eles lá querem comer esse peixe e ele não tem predador.

Joseílton (Aluno): [inaudível] água viva.

Maísa: Água viva dá dormência? Tá, só de tocar. Vocês ouviram? Conta pra nós também?

Edileuza (Aluna): Não, estava falando do Globo Repórter. [inaudível].

Maísa: O Joseílton está comentando que a Água viva também faz isso. Que [inaudível] para paralisar o peixe pra poder pescar.

Edileuza (Aluna): É. Na verdade ela queima né?

Joseílton (Aluno): É o peixe fica boiando, como se estivesse morto.

Edileuza (Aluna): É o efeito dele com um peixe é esse, mas para com o ser humano ele queima, uma espécie de fogo. Fui pra praia uma vez com o meu filho e depois o salva vidas falou que tinha um monte de água vivas.

Aluna 6: Água-viva é o nome do peixe?

Edileuza (Aluna): É, ele queima.

Maísa: Ficou a marca?

Edileuza (Aluna): Não, ele é criança.

Maísa: Bom, pelo menos todo mundo entendeu o que é entorpecimento e dor. Essa imagem foi feita por um estudioso chamado Lorenzini, do século, quem sabe?

Joseílton (Aluno): Dezesete

Maísa: Dezesete que seria 1600. Então, da Antiguidade até aqui o caso era conhecido, as pessoas procuravam compreender, mas só a partir do Século XVII que a gente começa a encontrar um estudo mais sistemático sobre esses peixes. Por isso eu escolhi essa figura. Você quer continuar a ler?

Edileuza (Aluna): Sim. “Galeno, médico grego desta época [inaudível] notou que havia uma semelhança entre o efeito causado pelo Torpedo e o seu [inaudível] de modo que considerava o consumo de sua carne para [inaudível] o organismo. [inaudível] Outro médico citado por Valente, descrevia o uso de espuma de [inaudível] para o tratamento de gota.”

Maísa: Todo mundo sabe o que é gota? Alguém já teve?

Edileuza (Aluna): É uma doença causada no pé, né?

Maísa: A pessoa não consegue nem pisar no chão, de tanto que dói. E ele recomendava colocar essa raia no pé, para causar entorpecimento e aliviar a dor.

Joseílton (Aluno): Não tinha anestesia, então ele usava isso como anestesia. Aplicava uma anestesia natural.

Maísa: Isso ou então usava o peixe, porque ele tem um caráter frio, pra esfriar o organismo quando aumentava muito a característica de calor no organismo. Era como eles faziam a medicina naquele tempo. É só para mostrar pra vocês que era estudado por médicos e era usado em tratamentos, não era um [inaudível] do peixe pelo próprio peixe

tá? Então continuando, agora eu leio: "Os estudiosos da natureza no século XVII ofereceram o testemunho da veracidade", quer dizer, não era uma fábula, era verdadeiro. Não era uma história, no sentido que a Edileuza estava comentando, do fenômeno dos peixes, e passaram a estudar, primeiramente, o torpor. Então o problema da aula de hoje é o seguinte: como vocês acham que os estudiosos começaram seus estudos do fenômeno entorpecimento e dor, agora a gente sabe que causa dor também, por certos peixes em suas presas e nas mãos de quem os tocava? Como é que vocês acham que eles começavam, e como vocês começariam a estudar? Vamos fazer uma investigação científica.

Joseílton (Aluno): Professora, pra gente saber como é que a cura acontecia, ele [inaudível] uma raia dessa e [inaudível] pra outra pessoa. Daí o cientista fica interessado, porque a história sai daquele lugar. Daí ele vai para aquele lugar pra poder descobrir se é verdade o que aconteceu. Vamos supor que seja uma raia [inaudível].

Maísa: Vocês entenderam o que ele falou? Concordam?

Edileuza (Aluna): Sim.

Maísa: As pessoas começam a comentar, aí um estudioso interessado vai até o lugar, se puder, pra ver se foi aquele peixe mesmo, se foi a raia ou outra causa da dor, do entorpecimento. Então esse é o primeiro passo. E daí? Como é que ele vai fazer para constatar aquela veracidade? Que aquela pessoa está falando a verdade e é aquele peixe? O que ele poderia fazer para confirmar isso?

Joseílton (Aluno): Acho que testar nele mesmo, antes de testar em alguém, como uma cobaia e ser processado.

Maísa: Mas você acha que tinha processo?

Joseílton (Aluno): Não sei, mas não tinha tanto equipamento como hoje. Então de algum jeito ele tinha que tentar.

Maísa: Concordo. Vocês fariam isso? Colocariam o peixe em você mesmo?

Santana (Aluno): Ah, se eu fosse cientista sim.

Maísa: A ideia do Joseílton é: vai lá, o cientista não tem os equipamentos. Se ele testar no outro, não é ético, certo? E aí, antes de ser processado ele testa nele mesmo. Então vocês iriam colocar a mão?

Edileuza (Aluna): É, tem a curiosidade né? Hoje em dia as pessoas tem tanta curiosidade que testariam em si próprios. Por exemplo, a maioria dos jovens tem curiosidade por drogas, lança perfume, quer saber o que é. Uma droga que te deixa paralisado até cair de boca no chão né? Mas o jovem não acredita, ele quer experimentar

pra ver se realmente faz o efeito.

Maísa: Então tá. Faz de conta que o Santana traz um peixe aqui e vocês não sabem se ele causa um entorpecimento, dor ou não. Eu digo pra vocês que causa, o que vocês vão fazer? Botar a mão?

Joseílton (Aluno): Vamos ter que testar. Porque se a senhora disse que pisou, por acaso, num acidente e ele morreu, você [inaudível] que ele morre.

Aluna 6: Pode ficar dormente e depois voltar ao normal.

Maísa: Muito bem, então o primeiro passo: o cientista ouve falar, vai até o lugar se puder e vai testar usando suas próprias mãos. Ele vai sozinho, com ajudante, o Santana estava falando baixinho, depois vai escrever um livro ou uma carta. Vai escrever pra alguém, contar para os outros. E como é que eu vou acreditar no que ele escreveu?

Santana (Aluno): Porque ele registrou, com testemunhas.

Maísa: Então vocês acham que tem que chamar testemunhas?

Santana (Aluno): Sim, pra ver se foi feito [inaudível]. Tem que registrar e publicar.

Maísa: Esse Torpedo vive dentro do mar. Será que todo estudioso tinha condição de ir até lá ou será que tem condição de trazer o Torpedo de longe do mar para ele estudar, o que vocês acham?

Edileuza (Aluna): Tem condição de trazer do mar pra terra e então estudar. Naquela época ou hoje?

Maísa: Como? Pensem naquela época. Vamos ver se os meninos falam. Como faz, tem que testar lá ou trazer o peixe?

Aluno 1: Tem que trazer o peixe. Porque senão como é que você vai saber o resultado.

Aluna 6: Mas não tinha como trazer.

Edileuza (Aluna): Não tinha condição. Ele atraía, com algum tipo de isca e pegava a raia.

Joseílton (Aluno): Mas é antes de Cristo, não tinha material na época.

Edileuza (Aluna): Pra pegar essa peixe, ele tinha que ir em alto mar.

Maísa: Então pra ir para o alto mar e ele mora, por exemplo, em São Paulo, ela tá colocando que é difícil. Então ele deveria ir como? De caminhão, carro?

Edileuza (Aluna): Naquela época tinha que ir de burro, jegue ou mula. Era o transporte naquela época.

Aluna 6: Mas trazer o peixe ia ser difícil né? Com certeza era feito tudo no local.

Maísa: Mas era impossível trazer o peixe? Hoje a gente pode transportar o peixe

Joseílton (Aluno): Poderia numa mula ou um cavalo. Coloca num aquário, tem aquela boia pra poder fazer a água arear e o peixe chegar vivo. Porque não era perto.

Maísa: Boa pergunta, tinha que ter um jeito para o peixe chegar vivo. Será que morto ele não causava entorpecimento? O que vocês acham? Como o cientista faz pra perceber isso?

Joseílton (Aluno): Se a pessoa pisou viva, ele iria fazer o teste vivo. Porque ele não sabe o que vai dar depois de morto. E se ele chegar à conclusão que, depois de morto e [inaudível], ele vai ter que voltar a mesma distância pra ir pegar uma viva?

Maísa: Tá bacana a discussão. A gente vai até lá, porque é difícil e trazer o peixe para cidade longe do mar é mais difícil de fazer porque o jegue vai sacudir, vai ficar batendo o aquário e ele chegaria morto. Mas e se ele chegasse morto, por exemplo, no alto mar. Vocês estudariam ele morto ou não?

Santana (Aluno): Não Estudaria.

Aluna 6: Estudaria. Iria fazer o mesmo processo.

Edileuza (Aluna): Mas daí não iria ter o mesmo efeito.

Maísa: Como você sabe?

Edileuza (Aluna): Porque isso é uma arma, uma defesa do peixe. Então ele tinha que estar vivo para fazer isso. O homem vai pegar ele, então ele vai fazer isso com vida, para o homem não pegar ele, para se defender. Se ele morre não vai fazer nada, é igual a gente.

Maísa: Nós temos duas cientistas aqui. Uma que não se interessa por estudar os efeitos, fenômenos causados depois que o peixe está morto. E a outra cientista que vai estudar o peixinho morto também para ver se causa o mesmo efeito. São duas formas de pensar diferentes.

Joseílton (Aluno): Ela falou que é defesa, morto não funciona né? Mas se ela pensar num escorpião, nele morto, se você enfiar o dedo no ferrão dele, que também é para se defender, o veneno injeta, porque o veneno está no ferrão. Então nós não sabemos como é o músculo. Tem peixe que morre, mas o músculo continua mexendo. Então você não vai saber se [inaudível] pelo músculo. Tem muita coisa.

Maísa: Então pera lá. Temos aqui uma hipótese, uma explicação provisória do Joseílton. Ele diz que quando o peixe morre, o músculo fica tremendo. Ele não vai reviver,

mas não morre de uma vez. Tem um grande processo logo após a morte, onde o músculo fica funcionando. Então vai saber se esse fenômeno é relacionado ao músculo.

Se estiver relacionado ao músculo, provavelmente logo após à morte pode ser que funcione alguma coisa por uns minutos.

Aluna 6: Igual ao corpo humano né? Depois de morto pode fazer exame para descobrir o que aconteceu, então acho que faz parte.

Maísa: Então olha quanto trabalho que teria que fazer né? Viajar até o lugar, recolher o testemunho, levar uma pessoa para ser a testemunha do que está sendo feito. Aí ele vai repetir as mesmas coisas que as pessoas diziam que aconteciam com elas ou com as presas. Vai ver, como disse o Santana, escrever num diário para depois publicar. Como é que ele faz para conversar com outros estudiosos? Eles se reúnem como a gente assim? É fácil se reunir? Um mora na Zona Leste, não tem metrô ainda.

Vários alunos: Demora.

Maísa: Existia alguma outra forma de se comunicar de modo mais rápido?

Edileuza (Aluna): Carta.

Joseílton (Aluno): Telegrama.

Edileuza (Aluna): Naquela época só tinha carta.

Maísa: Gente, vocês conhecem carta escrita em papel? Você já escreveu carta em papel?

Aluno 1: Não, só uma vez que eu recebi.

Maísa: Só as cobranças. Ricardo, já recebeu cartas?

Ricardo (Aluno): Sim [gesticulando].

Maísa: Uma mulher? Namorada?

Ricardo (Aluno): Sim [gesticulando].

Maísa: Olha só!

Santana (Aluno): Acho que [inaudível] – [Todos conversam].

Edileuza (Aluna): Na estação República tem uma mulher que cobra dois reais para escrever uma carta. Você dita e ela escreve para você.

Maísa: Tem um filme sobre isso.

Edileuza (Aluna): É, aquele filme com a Fernanda Montenegro.

Maísa: Super legal isso! Então eles tinham que escrever uma carta para contar para outro estudioso, esperar a resposta chegar, se reunir de vez em quando para discutir esse caso do peixe. Então, precisava anotar isso: viajar, trazer do alto mar, conseguir obter

vivo, se não conseguir obter vivo, fazer com ele morto, tocar, repetir as coisas que as pessoas deram testemunho, ter uma testemunha do lado e o que mais?

O Joseílton disse que não existiam muitos desses estudiosos, porque era difícil estudar. Vocês acham que era difícil naquele tempo? Quem estudava em 1600, 1700? Qualquer pessoa?

Edileuza (Aluna): Lá fora sempre teve.

Maísa: Sempre teve? Será?

Edileuza (Aluna): Se você vê Jesus não escrevia, nem lia, mas já botava os garranchinhos dele na lei e tudo.

Maísa: Como é que eu sei que Jesus sabia ler?

Joseílton (Aluno): Você está falando que Jesus não sabia ler e escrever, só que Lucas ou Marcos era doutor. Então tinha estudo, era porque Jesus nasceu pobre, mas Marcos era rico e estudou, era doutor. Então quem estudava era quem tinha posse.

Edileuza (Aluna): Esses dias eu estava assistindo aquele filme de Luiz Gonzaga. Naquele tempo, com pessoal ignorante, o homem já estudava.

Maísa: Mas era pra todo mundo isso?

Edileuza (Aluna): Não, não era.

Joseílton (Aluno): Imagina, a gente está falando de pessoas de cem anos, mais.

Aluna 6: Na verdade, tinha muita dificuldade. Eu lembro que ouvia falar do meu pai que o pai dele não o deixava estudar, então ele tinha [inaudível] ele deixou assim: se você tiver cinco filhos, um estudava e aquele que [inaudível] valia para todos. Aí um dos irmãos dele foi para a escola e ele não estudou. Teve só duas semanas de aula.

Santana (Aluno): Faz uns 10 anos que eu queria estudar. Mas bom mesmo que [inaudível] de uns cinco anos pra cá, porque antes eu não estava conseguindo estudar. Facilitou.

Maísa: Por hoje, a gente já levantou bastante coisas. Qual é a nossa maior dificuldade? Não vai escrever? Eu tenho tudo gravado, a fala de vocês pra dar nota, fiquem sossegados. Mas a gente tem quinze minutos que é a hora de vocês escreverem tudo isso que a gente falou aqui.

Joseílton (Aluno): Mas qual era a dificuldade?

Maísa: Eu dei várias vezes. A distância, trazer o peixe, tocar no peixe, sentir as mesmas coisas. Só que tudo isso vocês tem que escrever, porque a escola é o lugar da escrita.

Ricardo (Aluno): [gesticula].

Maísa: Gente pode começar. Conversem com suas duplas.

Aluno 1 = Givaneide

Aluno 2 = Júlia

Aluno 3 = Lucilene

Aluno 4 = Josenildo

Aluno 5 = Carlos

Aluno 6 = Edileusa

Aluno 7 = Herbert

Aluno 8 = (inclusão?) João Santana

Aluno 9 = Meire de Jesus

Aluno 10 = Raissa

Aluno 11 (inclusão) = Ricardo

Aluno 12 (inclusão) = Moses

Síntese dos registros escritos da Aula 2 Bloco 1

Um caso fabuloso desde a Antiguidade

Questão-problema: Como vocês acham que os estudiosos começaram seus estudos do fenômeno do entorpecimento e dor causado por certos peixes em suas presas e

nas mãos de quem os tocava?

Aluno 1

Eu acho que na quele tempo começaram a fala de uma peixa que causava e muitas pessoas falarem eles começaram a estuda.

Aluno 2

na época eu acredito que ism que havia só era muito difícil de prova por dificuldade de cientista e como leva ate o local não ser se era de ônibus men de carro ou cavalo mais tinha quem estudava sobre este peixe mesmo morto acho que tem jeito de descobri.

Aluno 3

falta de difuculdades precisas de trazer ele vivo tem pros mentalistas velo é preciso isso porque tem como fazer alguma coisa mesmo si ele não chegar vivo é preciso estudarem com esses peixes.

Aluno 4

nois tiramo a concusão que o cientista presiza de trestemunho para ter uma prova do que foi pesquisado ali no mar com a raia que calsa dormencia que foi rela tado pelo morador da região so que presiza de transportar para o laboratório de pesquisa para ter uma concusão se o fato foi causado dormencia so vivo o se também causa dormencia depois de morto.

Aluno 5

Antes – tinha muita falta de comunicação falta de transporte e mais a, Por isso não tinha como realizar umas pesquisa. e para os transportes era de jegue, camelo, cavalo, e etc.

Aluno 6

A dis tan cia era muita difissel A falta de equipamento e de comunicação era muito difilse meio de condusão na quela época era muito difilsio mais pela boua vontade dos estudiosos era maior que tudo.

Aluno 7 = em branco

Aluno 8 = em branco

Aluno 9

o peixe causa dormecia sobre a pisoisa mais precisa o cuidado par o peixe não morre Para faz e. O pesciza do Peixe precisa. testemunha para ter certeza que fez a piscisa du Peixe.

Aluno 10

Quem os tocava moriam com choque como a raia as pegavao eles mortos e estudaram esto Pexes para chega lá.

Aula 3 - O FENÔMENO DOS PEIXES, OS MÚSCULOS EM FORMA DE FOICE

Aula 4 – E AS EXPLICAÇÕES NO SÉCULO XVII- Transcrição do Arquivo 701_0069.wma

Maisa: Conta, senta para todo mundo ouvir. Você foi procurar sobre o peixe torpedo onde? Qual foi a sua pesquisa?

Rose (Aluna): Eu pesquisei sobre a arraia que é o peixe torpedo.

Maisa: E onde você pesquisou?

Rose (Aluna): Na internet.

Maisa: O que você digitou lá?

Rose (Aluna): Eu digitei arraia e torpedo no *Google*.

Maisa: Tá. Daí no *Google* aparece um monte de endereços. Qual você escolheu?

Rose (Aluna): Eu escolhi essa arraia, peguei a fotinho dela. Pela imagem, mais ou menos parecida com a nossa folha.

Maisa: Então você olhou a imagem que tinha na nossa apostila e foi lá e digitou no *Google*, viu uma parecida e foi atrás dela.

Rose (Aluna): Isso, eu fui atrás e entrei no endereço pra ver o que acontece com a arraia torpedo, né? Assim, como não sei explicar direito e por que eu pouco entendi eu

imprimi. Ela fala que realmente dá um choque, realmente é um choque, né?

Maisa: Choque de que tipo?

Rose (Aluna): Um choque elétrico. Falam que ela é bem conhecida também como Tremedeira. O comprimento dessa arraia torpedo é de mais ou menos um metro. E ela vive no oceano Atlântico e no Pacífico também.

Maisa: Então ela vive no mar, né? Isso a gente já tinha levantado lembra?

Rose (Aluna): Sim e ela vive em 20 graus.

Maisa: Centígrados. Esse “C” maiúsculo também é da palavra Celsius, que foi quem criou essa escala. A gente vai ver isso melhor.

Rose (Aluna): E ela se alimenta de peixes pequenos.

Maisa: E como é que ela faz para pegar os peixes? Eles têm cores?

Rose (Aluna): Aqui explica que ela durante o dia fica enfiada dentro da areia, na terra né? E fica só com os olhos pra fora. Aqui não explicou como ela faz para comer, se alimentar. Uma coisa que eu achei muito interessante foi que a [inaudível] da arraia torpedo, se uma tiver sentido que bateu na outra, a que sentiu que bateu [inaudível] não sobrevive. Então se eu sou uma arraia e você também, e eu quero machucar você: se eu chegar pra machucar você, eu consigo e você não.

Maisa: Uma arraia pode ferir a outra, com esse choque?

Rose (Aluna): Pode ferir, com esse choque. Só que não vai matar. Diz aqui que o choque dela é tão forte que pode atingir até 200 volts.

Maisa: Quanto é 200 volts? Como que você sabe se é muito? Você sabe Santana?

Santana: É perto do 220v, né?

Maisa: Alguém aqui já tomou um choque de 220v?

Aluna 3: Só da polícia.

Maisa: Com o *taser*? Aquilo é 220v?!!!

Aluna 3: Não é 220v não, [inaudível] tirou uma lâmpada, tomou um choque e caiu "morta". Desmaiou né? A gente ficou desesperado, ela não falava e achamos que estava morta. Tentamos fazer massagem, ela ficou tão ruim. E acordava e ficava grogue.

Maisa: Nossa, então esse peixe é danado. Você já tomou choque de peixe?

Aluno 4: Não, no chuveiro. Mas sem estar tomando banho, fui arrumar a fiação lá e depois a cadeira caiu, tudo caiu. Fiquei duro no chão, parado.

Aluna 3: O choque 220v não é igual o 110v, é mais forte.

Maisa: Nossa, então a gente já fez grandes descobertas com esse peixe. Eu não me

lembro exatamente sobre o que a gente discutiu na terça. O Josué tinha dito que era uma hipótese de o peixe soltar o [líquido] e a gente viu aquela explicação de que podiam ser corpúsculos emitidos pelo torpedo e que tinham que penetrar na pele da presa ou dos pescadores. O que é que muda, se hoje a gente já sabe que é um choque elétrico?

Aluna 3: Ao invés de ser um líquido é um choque.

Maisa: Mas o choque pode ser uma partícula? Os corpúsculos que penetram?

Aluna 3: Pode ser sim.

Maisa: Então aquele debate que a gente estava fazendo na terça-feira, sobre se era um líquido, um corpúsculo ou um golpe violento do peixe.

Aluno 5: O choque dá um tranco, né? [inaudível] Não era um choque, era como bater o cotovelo numa parte dura.

Rose (Aluna): Mais o choque não é mais ou menos parecido?

Aluno 5: Não.

Maisa: Quando eu era pequena, eu abria a geladeira e sentia um choque, mas não era tanto. Era uma dorzinha assim, como se fosse um [inaudível] entrando na minha mão, com formigamento.

Aluno 5: Pega uma pia [pilha] pequeninha e bota dois fios do lado dela e põe a língua. Você sente, não é aquele negócio forte.

Aluno 4: O choque além de queimar [inaudível], você [inaudível].

Maisa: Por que o choque dá esse queimado? Gente, ajudem e parem de copiar! Jorge, quanto é a voltagem na Colômbia? Chuveiro é 110v ou 220v? Já tomou choque?

Jorge (Aluno): Sim, normal. [inaudível]. Tem pessoas que pegam uma pilha, com uma manivela e trazem dois cabos e dois [inaudível] metálicos. Você pega os dois [inaudível] metálicos e o outro vai dando volta.

Maisa: Mas porque fazem isso? Para brincar?

Jorge (Aluno): Sim, para resistir.

Maisa: E vocês fugiam da mão, de um pro outro, pra ver se o choque passava?

[Todos conversam].

Maisa: Isso era feito pelos primeiros eletricitas, já no século XVIII. Tinha um francês chamado Jean Nollet, que fazia exatamente isso: pegava uma máquina, descarregava eletricidade (eu vou trabalhar com vocês na semana que vem) e colocava assim, vários soldados no meio de um salão e fazia passar uma corrente em todos eles. Todos sentiam choque, era uma experiência de diversão, de apresentação da ciência para o

rei. Faziam isso no Palácio de Versalhes, na França. Na Colômbia se faz isso, por brincadeira ou era na aula Jorge?

Jorge (Aluno): Brincadeira. Saíam todos para fora do colégio e faziam apostas em quem resistia mais. [inaudível].

[Todos conversam].

Maisa: Nunca viram o *taser* da polícia? Eu já vi em filme americano. Aqui é bala de borracha né?

Aluna 3: Não, aqui é bala de verdade mesmo (risos).

Maisa: O que mais você achou?

Rose (Aluna): Então, o interessante dessa arraia torpedo é que ela usa essa eletricidade para se [inaudível]. De noite, ela captura as presas no escuro. Então ela brilha pra poder pegar os peixes ou aquelas algas.

Maisa: Mas alga não precisa caçar.

Rose (Aluna): Então, ela se alimenta dos peixes pequenos e algas.

Jorge (Aluno): Tem uma vara de tocar o gado que se usa muito para enganá-la.

Maisa: Não sabia que tinha criação de gado na Colômbia.

Rose (Aluna): Tem mais coisa, ela mexe um músculo e [inaudível]. Qualquer movimento muscular ela gera energia.

Maisa: Agora já estragou, eu ia perguntar isso. Agora vou ter que criar perguntas mais difíceis. Mas a gente tinha outras perguntas: se o filhotinho também dava choque...

Rose (Aluna): Então, o filhote já nasce com isso também. Eu só não pesquisei se ele dá choque na mãe, né?

Maisa: Acho que aí não daria certo.

[Todos conversam].

Maisa: Outra ideia que teve na aula passada foi sobre ela ser venenosa.

Rose (Aluna): É, sobre isso não sei. Eu não pesquisei, fui com pressa. Fala também que ela pode matar animais de grande porte e ela pode também, como você estava falando, matar uma pessoa com a descarga.

Maisa: Pois é, será que tem notícia de alguém que tenha morrido? Eu não vi nenhum relato sobre isso.

Aluno 4: Passou na televisão esses dias sobre aquele cara que diziam que era o rei do mar.

Rose (Aluna): Não, mas aquele foi o da arraia [inaudível], não era essa.

Maisa: Mas ele morreu?

Aluna 3: Sim, mas foi porque ele não soube pegar nela né?

Aluno 5: Mas não foi veneno não, foi o ferrão.

Aluna 3: É que nem essa daí, tem que saber por onde pegar. Se você pegar pelas bordas, ela não vai te dar choque. Mas se você pegar pela barriga dela, você vai parar longe.

Maisa: Como você sabe? Por que você acha que na barriga dá choque e nas nadadeiras não?

Aluna 3: Porque nas nadadeiras você vê que não tem nada. O perigo dela é na barriga, ela não mostra, é lá que pode estar escondido o ferrão.

[Todos conversam]

Maisa: Outra coisa que não tem a ver com seu trabalho e tem ao mesmo tempo: vocês anotaram as informações, estão super resumidas para vocês terem no caderno, e vamos discutir como que a gente acha uma fonte confiável de pesquisa no *Google*. Porque o *Google* busca um monte de coisas que podem estar certas e um monte coisas que podem estar erradas, porque qualquer um pode publicar coisas na internet. Então como a gente descobre naquela lista que o *Google* apresenta qual é a fonte mais confiável? Como a gente vai selecionar, ou o que clicar no *Google* para ter uma informação mais correta. Não vou dizer 100%, porque o conhecimento vai indo né? De repente você encontra uma informação e ela já está ultrapassada. Então temos que prestar atenção em quem está falando, quem é autoridade, onde a gente vai buscar e qual é a mais recente ou qual é a mais citada. Quando todo mundo se refere àquele autor ou àquela faculdade, pode ser que seja muito respeitado entre os pesquisadores daquele meio. Terminem de copiar que a gente já vai saber sobre esses critérios para fazer a pesquisa. Sintam-se muito bem vindos, quando vocês quiserem trazer pesquisas. A ideia é essa. Quando eu cobre de vocês, eu sei que vocês trabalham o dia inteiro e à noite estão aqui e é difícil às vezes conseguir fazer a pesquisa. Que horário você conseguiu fazer isso Rose?

Rose (Aluna): Fiz no domingo.

Maisa: Foi numa *lan house* ou você fez em casa?

Rose (Aluna): Fiz em casa. Assim professora, eu não sou 100% da internet. Mas eu tive que aprender, porque eu tenho uma filha adolescente.

Maisa: E ela te ajuda?

Rose (Aluna): Não que ela me ajuda, mas eu preciso ficar mais esperta que ela.

Vai que ela faz coisas escondidas e eu não fico sabendo. Precisei da ajuda de outra pessoa. Assim que lançou o tal do *Orkut*, que ela tinha acesso, eu já pedi pra alguém me ajudar na internet. Eu não podia chegar e [inaudível]. Eu tinha que liberar ela e ao mesmo tempo eu segurava, pra saber no que ela está entrando, o que está fazendo.

Aluna 7: [inaudível]

Maisa: Você gostava mais do *Orkut*? Com que idade você está?

Aluna 7: Dezenove.

Maisa: Com dezenove, já está se desatualizando? Até o *Facebook* já era né, tem outras mídias. Muda muito, vai ficar ruim assim. Agora tem o *Whatsapp*.

[Todos conversam].

Maisa: Então na Colômbia tem o *Viber*, *Tango* e [inaudível]. Estão ouvindo, não é mais só o *Whatsapp* na Colômbia. Já ouvi falar do *Skype*, que você fala pelo computador e o *Whatsapp* no celular. Na Colômbia então tem o *Viber*, o *Tango* e o *Messenger*. O *Messenger* não fala né, é mais pra mandar mensagem.

C-) Aula 5 - AS EXPLICAÇÕES SOBRE O FENÔMENO NO SÉCULO XVIII

D-) Aula 6 - OUTROS ESTUDOS NO SÉCULO XVIII -A VIRTUDE ELÉTRICA

Transcrição do Arquivo 701_0071.wma

Maisa: Algumas pessoas estavam faltando e eu estou recolhendo as atividades de vocês para fazer uma pastinha. Cada um tem uma pastinha e aí eu vou guardando, porque no final do semestre a gente fica com todas as atividades para fazer uma avaliação, vocês e eu também. Eu sei que estou devendo algumas aulas, essas quatro primeiras aulas eu ainda vou providenciar pra vocês, tudo bem?

[Conversas preliminares].

Eu vou recolher essa atividade hoje tá? Algum aluno ou aluna que começou agora gostaria de ler e os outros fariam a gentileza de permitir?

Joseílton (Aluno): [inaudível]

Maisa: Tudo bem seu [João]? Pode começar a leitura, você acompanha? Como você chama mesmo, Raquel? Então ela vai começar a leitura para gente.

Raquel (Aluna): "A [inaudível]. Outros estudos do século XVIII e a virtude elétrica. O desenvolvimento do conhecimento sobre os fenômenos elétricos não prescindiu também de outros realizados anteriormente desde a Antiguidade. Algumas coisas que se sabiam sobre a virtude elétrica eram: a) Algumas substâncias que conduziam a eletricidade eram chamadas de elétricos, como a água, o ferro, o ouro e a prata. E outros eram não elétricos, como o vidro, a madeira seca, a resina e outros".

Maisa: Alguém está com dúvida disso? Hoje a gente chama de metais, materiais condutores e não condutores, como a borracha, etc. Naquela época eram elétricos os que conduziam e não elétricos os que não conduziam eletricidade, tá?

Raquel (Aluna): "b) Os elétricos, ao serem atritados com corpos diferentes de si mesmo, atraíam corpos leves como pedacinhos de papel ou pequenas penas de aves; c) Apresentavam brilho, faziam estalos e produziam faíscas ao serem aproximados de corpos não elétricos".

Maisa: Alguém já vivenciou isso? Uma meia às vezes ou quando você vai cumprimentar uma pessoa e parece que dá um estalo.

Aluna 3: Você liga a televisão e passa a mão e faz um estalo.

Maisa: Em alguns casos tem a produção de faísca também. Então era isso o que se conhecia e essa coisa de atrair corpos leves, eu já vi gente atritar o plástico da caneta no cabelo e depois ficar atraindo aqueles pedacinhos de papel, só de aproximar a caneta BIC puxa o papelzinho. Já fizeram isso?

Aluna 3: Eu já fiz assim, tem dia em que você amassa o copo plástico e ele vem sozinho né?.

Maisa: Olha anota aí, se o copo é atraído pela eletricidade ou se é [inaudível] da mão. É outra coisa que a gente precisa estudar.

Raquel (Aluna): "d) Quando dois corpos diferentes são habitados, cada um possui diferentes eletricidades; e) Corpos com a mesma eletricidade se repelem e corpos com eletricidades diferentes se atraem".

Maisa: Então se os dois tiverem o mesmo tipo de eletricidade eles vão se repelir. Se as eletricidades forem diferentes eles vão se atrair.

Aluna 3: Então quer dizer que homem e mulher.

Maisa: Por aí..

Joseílton (Aluno): No ímã de um lado afasta e do outro cola, então eles tem em um só dois tipos de eletricidade.

Maisa: Muito bem, justamente o trabalho com esses ímãs que dava essa ideia de que existiam duas eletricidades diferentes lá no século XVIII. E aí, pra variar, eu trouxe uma figura que seria a capa desse livro "Ensaio sobre a eletricidade". As pessoas que estudaram eletricidade eram chamadas de eletricitas e esse Jean Antoine Nollet era um abade, um padre francês que era eletricitista. Vamos ver se a gente entende o experimento que ele está fazendo.

Joseílton (Aluno): Eu pensei que o cara matou um cara, para ficar com essa [inaudível].

Raquel (Aluna): É uma espada.

Maisa: Então, é uma espada ou um bastão. É um menino que está pendurado, estão vendo, tipo uma balança de pesa igual aquela do posto pra pesar nenenzinho né? Tem várias pessoas observando, mulheres, e aí ele passa essa espada ou bastão na corda, na roupa do menino e ele fica eletrizado. E o que está acontecendo na mão do menino?

Aluna 3: Está tentando pegar alguma coisa.

Maisa: Está pegando ou será que a mão está atraindo?

[Todos conversam]

Maisa: Ou a mãozinha está atraindo as folhas de papel ou ele está tentando pegar, mas como tem esse atrito na corda e a gente acabou de ver que quando dois corpos diferentes quando eram atritados ficavam possuídos de diferentes eletricidades, provavelmente era isso o que ele estava fazendo: eletrizando o menino e a mãozinha dele atraindo as folhinhas. Então era uma demonstração dessa virtude elétrica, era o conhecimento que se tinha na época. Bom, o que vocês acham que é essa eletricidade? Um líquido, como o Josuel falava lá do peixe? Uns corpúsculos como aquele cientista tinha dito? Será que a eletricidade caminha por aí, como particulazinhas? Será que é golpe?

Se ela fosse um líquido como o Josuel supõe será que podia armazenar eletricidade? Você pode armazenar um líquido?

Aluno 4: Pode.

Maisa: Então será que poderia tentar armazenar eletricidade?

Aluno 4: Só se levar um raio na cabeça..

Maisa: Será que dá para armazenar a eletricidade de um raio?

Aluno 4: Não. Só se tiver alguma corrente, relógio.

Maisa: Alguns daqueles elétricos, alguma substância que conduz a eletricidade.

Vocês acham que é razoável a ideia do [Amaury]?

Vários alunos: Sim, faz sentido.

Maisa: Essa pergunta é boa? Já pensou Maria Lígia você nunca mais precisaria pagar conta de luz!

Aluna 3: Não tem aqueles negócios que gera luz através de sol? Na maioria das fazendas que eu vou na Bahia tem, placa solar.

Maisa: Tem, tem o dínamo também.

Joseílton (Aluno): Quando o sol vai embora, a energia que captou do sol fica armazenada lá dentro de casa.

Maisa: Então vamos ver como eles descobriram se dava para armazenar, é só virar a folha. Eu vou descrever essa figura aqui, e essas linhas aqui são para vocês explicarem como funciona. Vamos ver o desenho juntos, alguém quer tentar interpretar o desenho?

Aluno 5: Aqui põe água dentro de uma garrafa, um está segurando uma bola. É uma balança.

Joseílton (Aluno): Tipo um gancho, não sei se é ferro ou madeira.

Maisa: Um está segurando uma bola.

Aluno 5: Uma bola de aço, pode ser, alguma coisa para passar a corrente.

Maisa: Tá. Estão vendo que nessa bola tem uma correia?

Joseílton (Aluno): Sim, e tipo uma mão segurando embaixo.

Maisa: Então, a figura não tá inteira. Alguém devia estar girando a correia pra fazer essa bola girar. Com a mão que ele está segurando o que ele está fazendo?

Aluna 3: Ajudando a girar.

[Todos conversam].

Maisa: A ideia é armazenar energia. Onde que ela vai ser armazenada? Na bola ou na garrafa? Quem está gerando a energia? Como é que gera eletricidade? Não tinha bateria, pilha.

[Todos conversam].

Aluna 6: Não tem um cordãozinho descendo até a garrafa d'água? Esse cordãozinho vem aqui, passa e vai armazenando aqui.

Maisa: Então é a garrafa d'água que tá gerando energia?

[Todos conversam].

Maisa: A ideia da Gildelina é que está gerando eletricidade na bola e a mão está servindo para quê? Ela diz que a energia sobe pela corrente até a haste, vai pra haste

pequena que está caindo na água até a mão desse estudioso que está segurando a garrafa. Para ela, a energia é gerada na bola e armazenada na garrafa. Já a Rose acha que a água gera eletricidade e é armazenada na bola.

[Todos conversam].

Joseílton (Aluno): Uma coisa está errada, se a água gera energia [inaudível]. Como ela vai gerar energia parada?

Maisa: Vamos voltar, como é que o homem dessa figura estava gerando eletricidade?

[Todos conversam].

Maisa: Ele está mexendo na garrafa d'água ou está só segurando? Onde é que está tendo atrito nessa figura? Aqui ele está atritando a espada com a corda, mas quem está ficando eletrizado aqui? A mão na bola serve para gerar eletricidade. Daí ela caminha por todos os materiais não elétricos que são: a corrente de metal, a haste de metal e esse corrente de metal que vai para a garrafa. O vidro conduz eletricidade? Tem jeito de sair para fora da garrafa? E a água, conduz? Sim, então ele armazenou eletricidade aqui? Sim. Mais tarde ele coloca uma rolha e um prego no lugar da corrente, então o atrito da mão com o metal da bola que está girando gera eletricidade por atrito, sobe na corrente, vai na haste, no prego e enche a garrafa de eletricidade. Quando afasta a garrafa daqui, ele armazenou eletricidade. Aí esses dois cientistas que estão aqui o [inaudível] continuavam a fazer esses experimentos, até que, acidentalmente um dos assistentes que segurava a garrafa com o prego, bateu o prego nessa haste de ferro. Advinhem o que aconteceu?

Vários alunos: Tomou um choque.

Maisa: Tomou um choque, uma comoção, estalou e fez faísca. Então isso passou a ser um instrumento para estudar a eletricidade.

Joseílton (Aluno): A senhora que cortou a figura? Porque você é cheia de mistério, [inaudível].

Maisa: Você tem toda a razão, essas figuras vem de livros que a gente não consegue no Brasil. Então as bibliotecas passam num scanner, ou tiram uma foto e depois a gente consulta pela internet. A maioria desses livros vem numa folha dobrada. A gente só consegue ver quando outro estudioso vai lá no original tira uma foto e publica numa revista que a gente tem acesso. Então é meio mal feito mesmo, vem faltando parte da figura. Sabe que nessa figura eu fui ler o texto, e pela descrição dá para entender que tem alguém girando uma manivela nessa bola, por essa correia e quando ele coloca a mão no

metal, por causa do atrito gera um tipo de eletricidade. E a gente sabia que eles já sabiam que os metais (ouro, prata, ferro) eram condutores de eletricidade. Então conduziam para água, menos pro vidro, porque não é condutor. Na próxima etapa, pela descrição do livro, eles colocavam uma rolha para a água não cair fora e no lugar da corrente o prego. Como chama isso hoje? Condensador. Quem trabalha com eletrônica aqui, ninguém? A gente compra uns condensadores pequenos lá na Santa Efigênia, pra usar em circuitos impressos, pra colocar em placas de computador, essas coisas. Quando você coloca na tomada, você carrega. Aí depois você bate no metal e ele estala, solta faísca. Não tenho nenhum condensador em casa hoje, antigamente eu brincava, porque meu filho trabalhava com isso, então sempre tinha lá. Se alguém precisar, é bem barato.

[Todos conversam].

Maisa: Voltando, tem uma esfera de aço que gira por conta da correia. A mão faz o atrito, é um condutor. Então vamos lá. Vocês ditam pra mim: a primeira coisa é girar a esfera com uma correia. Alguém está girando. Vamos lá, me ajudem.

Raquel (Aluna): Depois tem a mão do cara para gerar.

Maisa: A virtude elétrica, a eletricidade.

Raquel (Aluna): Que sobe para a corrente que está dentro da garrafa. A água dentro da garrafa se transforma em eletricidade.

Maisa: Armazena. Agora ficou fácil, o que escrevi?

[Todos conversam].

Maisa: Essa figura eu não tirei de livro nenhum, ela provavelmente é um desenho recente, não é um livro da época, então não posso dizer se esses são os cientistas. É um desenho que representa só.

Aula 7 - OUTROS TIPOS DE PEIXE E A VIRTUDE ELÉTRICA

Aula 8 – ESTUDOS SOBRE A VIRTUDE ELÉTRICA DOS PEIXES -

Transcrição do arquivo 701_0072.wma

Maisa: Vamos lá pessoal, como tem muito aluno novo aqui eu vou explicar de novo. Eu estou com dificuldade pra enxergar e pra ler. Já estou na fila de transplante e daqui a três ou seis meses eu faço a cirurgia. Eu combinei com todo mundo que estou

gravando as aulas pra poder saber da participação de vocês e às vezes eu também filmo. Além disso, eu estou recolhendo todas as atividades. Cada aluno tem um saquinho com todas as atividades que vai fazer em sala de aula, tá claro pra vocês que estão começando? Então essa é a forma de avaliação de vocês, não vai ter uma prova final, porque é um processo que a gente está construindo. Vai ter uma análise dessa coleção de textos que vocês estão fazendo ao longo do curso. Vocês vão ler, escrever, as vezes a gente faz um texto coletivo como na aula passada. As pessoas ditaram pra mim porque não queriam escrever, tem tudo isso. Só pra vocês saberem: será gravado o tempo todo, tá? Pra depois ninguém fazer brincadeira de mau gosto e dizer que não estava sabendo que estava sendo gravado. É para avaliação de vocês e pra depois eu usar em pesquisa combinado com alguma outra coisa.

Na última aula a gente estava com esse texto sobre eletricidade, lembram? A gente viu esse desenho e com base nele a gente viu como funciona a garrafa de Leyden, que é um instrumento importante pra estudar eletricidade. Alguém lembra ou quer falar um pouquinho sobre como era?

Aluno 1: Uma esfera, com uma água e um [inaudível].

Maisa: Então tem a esfera de metal, que gira com a correia. A pessoa coloca a mão na bola e o atrito vai girar a eletricidade estática.

Aluno 1: [inaudível] gruda na bola, aí passa pra corrente cai no bastão, entra no [inaudível] e desce pra água.

Maisa: E acumula aí, a água então vai ser um acumulador. Acidentalmente [aconteceu] com o pesquisador, quando ele pôs uma rolha na água e caiu [no] prego no lugar da corrente, ele bateu sem querer no bastão de ferro e descarregou essa eletricidade acumulada. Tomou um choque e na verdade, como chamava na época, ele teve uma comoção. Porque o choque é choque mecânico.

Aluna 2: Ele teve choque duas vezes, na última foi a mais forte.

Maisa: Então, vocês estavam me devendo essa folha. Quem me entregou foi só o Jorge. Não pode esquecer em casa, como a gente vai fazer? Oba tem mais um

Aluna 2: Eu esqueci, tem mais uma, mas amanhã eu trago. Está prontinha.

Maisa: Combinado. A classe está aumentando! Essa folha eu vou recolher hoje, porque vocês esquecem em casa e prometem pra mim.

Aluna 2: Não, sabe o que aconteceu? Choveu e molhou todos os papeis!

Maisa: Coloca seu nome nessa folha [Jonas]? Daí conforme estiver a discussão, a

gente faz uma aula sempre com todo mundo dando ideias, você vai tentando acompanhar, tá? E aí a gente vai voltando devagar em uma coisa ou outra pra você pegar o assunto. Então a gente vai finalizar uma questão problema que eu trouxe pra vocês resolverem como se fossem os primeiros estudos acerca de um fenômeno de um peixe, está ouvindo Jonas, que quando é tocado causa um entorpecimento. Não sei se você já teve essa sensação de dormência no braço, quando está formigando, ou bate o cotovelo sem querer e dá uma sensação. Já passaram por isso?

Aluno 1: Está falando do peixe elétrico? A enguia?

Maisa: Estamos falando de um peixe que tem esse fenômeno, assim que a gente conhecia na Antiguidade. Aí a gente tinha algumas explicações pra esse fenômeno, por que esse peixe causava isso nas presas e nas mãos das pessoas. Uma das explicações que apareceu aqui é que o peixe produz um líquido que atinge a mão da pessoa e causa esse entorpecimento. Uma outra ideia que a gente trouxe pra cá é que esses peixes poderia emitir partículas ou corpúsculos que penetrariam na pessoa ou na presa, causando esse entorpecimento. Outra ideia é que o peixe podia dar um golpe, com o corpo meio curvado e aí fica plano e curvado no sentido contrário. Côncavo, plano e convexo. Quando ele faz isso, dá um golpe como um soco ou um empurrão e eram essas as explicações que a gente tinha. Aí a Rose estava insatisfeita e falou: "Vou procurar esse negócio lá" e pegou a figurinha lá do torpedo, procurou e trouxe algumas ideias que a gente registrou, dizendo que é um peixe elétrico. Mas a gente continua com essa dúvida, [você colocou]: "mas e aí, como é que ele gera essa eletricidade? Ainda não entendi". Então pra terminar a gente vai entender como é que isso acontece, se é que acontece. Essa folhinha de hoje tem as ideias dos cientistas, como é que eles foram fazendo os experimentos e do lado de trás tem um monte de respostas sobre as questões que vocês tinham levantado, tá bom? Então vamos começar por onde está a Aula 7, ao contrário. A primeira pergunta que apareceu aqui é se o fenômeno acontecia com o torpedo morto, lembram disso? Acho que foi a [Edenilza] que falou que quando você pesca qualquer peixe e vai trazendo do mar pra terra, o peixe vai estar morto. E se ele estiver morto, pode não causar nenhum efeito. É um tipo de raia, conhece raia?

Aluno 1: Conheço.

Maisa: E aí essa pergunta foi respondida por um estudioso italiano chamado Lazzaro Spallanzani. Ele fez esse trabalho em 1782, lá no final do século XVIII. Ele dizia que depois da exaustão, ele não causava mais o fenômeno. Então quando se pescava e ele

estava ainda mais ou menos fresco, até causava um entorpecimento e a dor. Mas depois de ficar um tempo, exausto, à beira da morte, não sei o que a gente entendo por isso né?

Aluno 1: Quase morrendo, né?

Maisa: Isso, continuava causando comoção, apesar de seus músculos não se moverem mais. Então aquela ideia de que é um golpe: se o músculo não se mexe mais, pode ser um golpe?

Vários alunos: Não.

Maisa: Então vamos para a próxima, letra "b". Quem lê?

Aluno 3: "Sobre se acontecia fora d'água: O peixe perde a virtude torporítica e volta a recuperá-la se colocado de volta no aquário" (Lazzaro Spallanzani).

Maisa: Está respondida essa questão também, ou não tinha essa questão?

Aluno 4: Tinha.

[Todos conversam].

Maisa: A Maria acha que foi em outra aula. Eu também não lembro quem estava ou não. Quando termina a aula, eu vou anotando. Qual é a próxima? A "c"? Quem lê?

Aluna 5: "Sobre a [inaudível] do fenômeno: Começa nos dedos, na mão, nos braços e depois atinge as costas. [inaudível] instantânea, enquanto [inaudível]".

Maisa: Então, essa pergunta é do Josenildo, né? Ele tinha essa dúvida, de quando a gente bate o cotovelo e sente aquele torpor e continua doendo, né? E o Spallanzani fez isso, ele bateu o cotovelo na mesa e percebeu que a comoção era causada do cotovelo pra mão e que durava. Ele ficou vários dias sentindo aquela sensação de torpor. E quando ele pegava no peixe, ela começava primeiro no dedo, na mão, no braço, até atingir as costas. A gente tinha estudado um cientista que já tinha feito, lembram? Que ele ficou segurando, lá nas primeiras aulas, até a hora em que não aguentou mais e teve que soltar. Eu chamo de cientistas, mas essa palavra não existia, é só pra facilitar nossa conversa. Era um estudioso, um sábio, filósofo. Quem lê a "d"?

Edileuza (Aluna): "Sobre qual era o órgão responsável...".

Maisa: Aí eu coloquei do lado o nome do Josenildo, porque foi ele mesmo.

[Risos]

Edileuza (Aluna): "...Josenildo: "O choque era sentido mais forte sobre onde havia os dois músculos em forma de foice".

Maisa: Eu lembro que o Josenildo falou de pegar o peixe na cabeça, no dorso, na cauda, em cima e embaixo. Pra ver onde que era mais forte e se relacionava com o

músculo.

Aluno 1: E era só no corpo que era mais forte.

Maisa: Isso, essa observação, lá no século XVIII também, concordava com a ideia que algumas pessoas tinham aqui. Quem lê a "e"?

Edileuza: "Sobre se era preciso tocar com as mãos. Edileuza:...".

[Risos]

Edileuza: "...Não se sentia a comoção com o bastão de madeira nem com a goma [inaudível], resina".

Maisa: Essa pergunta, vocês tinham essa curiosidade também, se podia tocar com as mãos. Mas eu não me lembro de vocês terem sugerido assim, vamos colocar um bastão ou uma barrinha.

Aluna 5: Pra ver se sentia mesmo o choque.

Maisa: Nossa, eu tô precisando ouvir tudo de novo.

[Todos conversam].

Maisa: O problema é que esses peixes são muito sensíveis. Mas alguém já falou aqui na sala de um peixe brasileiro que também causa isso.

Aluno não identificado: Baiacu.

Maisa: Falaram do Baiacu, da Enguia, Muçum.

[Todos conversam].

Aluna 5: Ela foi pescar e pegou o [inaudível]. Como ela é profissional, se livrou do choque, mas se ele tiver lá e você chegasse e a sombra dele desse na pessoa, já tomava choque.

Maisa: Só de ficar na água? Peixe forte, hein?

Edileuza (Aluna): Qual o nome?

Aluna 5: Poraquê. Aí eu pesquisando esse daqui acabei encontrando ele também. Eu ia mostrar, mas foi na época que você operou e eu formatei o celular.

Maisa: O que vocês estão conversando? Falem em voz alta.

Aluno 1: [inaudível]. A raia e o ferrão, lembra?

Maisa: Lembro, mas foi o ferrão né?

Aluno 1: Sim, daí ela falou que tem uma que dá choque. Eu nunca ouvi falar.

Edileuza (Aluna): É que na verdade, essa que você está falando não é brasileira, né professora?

Maisa: Isso, essa é europeia. Vocês que estão falando do Muçum, do Poraquê,

Enguia. Você pesquisou. Mas ela tem no Oceano Atlântico também. Rose você lê a próxima, letra "f"?

Rose (Aluna): "Peixe não [inaudível]. Spallanzani provou a carne do peixe e achou boa, deixou o peixe morder dois [pássaros] e a ele mesmo, verificando que o peixe não era venenoso.

Maisa: Uma das ideias que existia aqui é que era um veneno como o do Baiacu, não foi? E aí, a pessoa [inaudível] comia o peixe Baiacu e morreu envenenada, não foi?

[Todos conversam].

Edileuza (Aluna): Igual o tatu. Ele tem um tipo de uma bactéria, que fica na terra, e se você não tratar ele direito, você morre.

Maisa: Você já comeu tatu!

[Todos conversam].

Seu João (Aluno): Tatu, Veado e Raposa são as melhores carnes que existem. [inaudível].

Maisa: Mas o tatu tem que limpar, tirar esse negócio?

Seu João (Aluno): É assim, depois que mata ele a gente coloca no fogo para [inaudível], limpa ele e [inaudível] e é só muquiar.

Maisa: Mas o que é "muquiar" seu João?

Seu João (Aluno): Muquiar é... você escalda ele com uma folha de imbuzeiro e põe pra assar um pouco. Coloca no fogo pra queimar um pouco, depois é só temperar e pronto. É a melhor carne que tem.

[Todos conversam].

Maisa: Na Bahia também é crime!

Edileuza (Aluna): A gente não tinha geladeira. Comprava aquele monte de carne de boi na feira, e aí fazia um fogo, separava o fogo de lenha do fogo no chão e botava as carnes tudinho ali. E depois botava no [inaudível] e ficava pra semana toda.

Maisa: Na casa do meu avô fazia isso com sal grosso, na seca. Até hoje na Bahia tem assim.

[Todos conversam].

Maisa: Estão falando de coisas de vinte, trinta anos atrás.

Edileuza (Aluna): Quem disse que não tem miséria na Bahia? Ainda tem lugar muito miserável, ano passado eu vi professora. No Maranhão [inaudível].

Maisa: Vamos para a letra "g", pra finalizar nossas dúvidas. As coisas que a gente

não pode fazer com o peixe, porque o peixe é sensível e a gente não tem ele aqui, mas que a gente gostaria de ter feito e o Spallanzani fez.

Aluna não identificada: "Spallanzani encontrou perto das ovas os [inaudível] presos ao cordão umbilical. Soltou do cordão umbilical, afastou [inaudível] e também causaram um pequeno entorpecimento".

Maisa: Essa é uma dúvida também, se o filhotinho dava choque ou não. Aí ele cortou no cordão umbilical, separou da mãe e viu que o torpedinho dava choque. A gente ficou na dúvida: o choque era da mãe ou do torpedinho. Como distinguir? E por que o torpedinho dava choque na própria mãe?

Josenildo (Aluno): Boa noite, professora. A senhora pode levar a minha prova lá fora? Estou sentado lá desde as 19h18min por causa desses menino aí.

Maisa: Sem problemas. Gente, por enquanto vocês estão trabalhando super bem com a sala. A gente precisa achar um ponto em que os mais novos não incomodem os mais velhos e vice versa. Porque as pessoas mais velhas também tendem a ser mais intolerantes. A gente vai ficando assim, e vocês cansam a gente né? Não é maldade, vocês tem uma voz jovem, a minha vai embora, é por isso que incomoda.

[Todos conversam].

Maisa: Sobra ainda aquela velha pergunta: é elétrico ou não elétrico? Então vamos lá para a Aula 6. Do outro lado da folhinha, tá bom? O pessoal quer só o item "d" da Aula 7.

[Todos conversam].

Josenildo (Aluno): "Sobre qual era o órgão responsável. Josenildo: o choque era sentido mais forte sobre o dorso, onde havia os dois músculos em forma de foice".

Maisa: Viu que eu coloquei seu nome aí?

Josenildo (Aluno): Estou vendo!

Maisa: Porque você ficou pensando, como que as pessoas iriam dizer se eram os músculos. Lembra disso? Eu te falei pra arrumar uma solução e você disse que ia pegar a cabeça e olhar a cauda, pra ver onde sentia mais forte. Então, aqui um cientista – e estou usando a palavra “cientista” só pra atualizar – ou um sábio daquela época, fez isso que você queria fazer. Ele foi tocando a cabeça, de um lado, do outro, no ventre e na cauda e relacionou: realmente é mais forte onde tem os músculos em forma de foice. Então é ali que a coisa acontece, a gente só não sabe ainda se é elétrico. Mas eu tenho uma novidade: ele estudou um torpedinho já a beira da morte, e ele admitiu que o músculo não mexia

mais, mas o peixe ainda dava choque. Então aquela ideia de golpe já estava ficando para trás, restando a ideia dos corpúsculos ou do líquido que é a ideia do Josuel, que poderia sair do corpo, passar pela água e atingir a mão do pescador. E ele testou também com uma varinha, na questão “e”, com um bastão de madeira ou com um bastão de uma resina, um plástico. E nem com esse plástico ou com a madeira, quando ele tocava, sentia aquela comoção. Então aquela ideia de corpúsculo também começa a ficar pra trás, pois se é corpúsculo vai ter que passar pela madeira ou não. A ideia começa a ficar pra ser testada, digamos assim. Ela ainda está lá, vamos ver melhor de novo nos outros materiais, tudo bem?

Então agora eu volto no mesmo problema, vocês falaram de um novo problema: o som do Poraquê, da Enguia. Na medida em que os estudiosos conseguiam grana e faziam expedições para locais cada vez mais longe, eles iam tomando contato com outros peixes que causavam a mesma coisa que o Torpedo, mas que eram diferentes dele. Então, vamos ver quem eram esses cientistas ou estudiosos, e quem eram esses peixes? Vamos lá, eu leio vai. Michel Adanson (1727-1806), quem lembra que datas são essas, para contar aos alunos novos?

Josenildo (Aluno): É data de quando nasceu e a morte.

Maisa: Isso. Daí, no meio do caminho, em 1757 - dá pra fazer a conta - ele tinha 30 anos e se naturalizou francês, comparou o efeito de um peixe chamado em português de Tremante, Tremedeira ou Tremelga, com um tipo de Bagre o qual ele teve contato no rio Nilo. Esse rio fica no Egito, na África. Vocês estão assistindo os Dez Mandamentos, lá o Ramsés.

[Todos conversam].

Maisa: Então, ele comparava isso com a garrafa de Leyden, lembra que bate o bastão e sente? A Rose trouxe a informação de um choque de 220 volts e o João disse que é um choque de chuveiro, lembram? Ele comparava com essa garrafa, que era o que tinha pra se comparar naquela época, ainda não tinha um chuveiro elétrico. Só pra ter uma ideia da sensação que ele tinha ao pegar nesse Bagre. Bagre é diferente de Raia, todo mundo conhece? Sim, é um tipo de Bagre que causa essa comoção, entorpecimento. Esse aqui é de rio, de água doce, olha só que diferente: o Torpedo é uma arraia que vive em água salgada e esse é um Bagre que vive em água doce e os dois causam o mesmo entorpecimento.

Aluno 1: Existe Bagre de água doce e de água salgada.

Aluna 5: Mas esse de água doce [inaudível].

Maisa: Não, eu também tinha essa dúvida quando estudava esse assunto. A gente tem um professor aqui na Faculdade de Educação e ele viajou até o Egito, teve contato com o Bagre e disse que sim, dá essa sensação de entorpecimento. Eu acredito nele.

Josenildo (Aluno): Nós estamos achando estranho professora, porque esse Bagre só está lá. [inaudível].

Maisa: Por isso que as viagens eram importantes. Lembra que vocês falaram, acho que foi o João, que tinha que publicar né? Então essas publicações, cartas, faziam com que as informações circulassem. Agora a gente já conhece dois peixes muito diferentes, lá do século XVIII que causam a mesma coisa. E a gente conhece aqui no Brasil, atualmente, outros peixes. Vou repetir: o Muçum, o seu Jorge falou da Enguia e a Maria falou do Poraquê. Então são peixes muito diferentes entre si.

[Todos conversam].

Josenildo (Aluno): Não são muito diferentes, é porque comprido é só a Enguia. São parentes.

Maisa: Tá bom, vamos ver tudo isso. Essa história foi lá no Egito né, o Edward Bancroft (1744-1820), em 1769, esse médico inglês comparou o efeito de uma Enguia torporífica no rio Essequibo, Guiana, América do Sul. Aí tem uma citação dele, por favor vamos acompanhar junto a leitura. Olha como a gente faz uma citação: eu recortei um trecho e traduzi pra vocês, começa com aspas, estão vendo? O tamanho da letra é diferente?

Aluna 5: É menor.

Maisa: E a localização do texto, mais pra direita ou na mesma direção do texto?

Aluno 1: Mais pra direita.

Maisa: Isso, quase no meio, a gente escreve desse jeito pra dar um destaque na fala do próprio autor. Então é ele que está falando, eu só traduzi. "Quando tocada pela mão nua ou com uma vara de ferro ou prata, cobre, pedaço de pau, ela comunica um choque perfeitamente parecido com aquele, o qual é comumente tão violento que poucos estariam dispostos a sofrer uma segunda vez". Então, a gente já viu que tem o Bagre, a Enguia, a Raia. O fenômeno então é comum em alguns tipos de peixes. Comparando com a aula anterior: ferro, ouro, prata, cobre, seriam elétricos ou não?

Aluno 1: Elétrico.

Maisa: Isso, aqueles que conduzem eletricidade. Aqui saiu com letra pequena, mas

devia sair com a normal. Foi só pra economizar espaço pra vocês responderem. Bancroft salientou que o fenômeno atravessava uma vara de ferro e uma cadeia de doze pessoas tocando-se umas às outras, dispostas em círculo. E que o fenômeno também ocorria através da água onde a Enguia nadava. Defendeu então que a tal Enguia torporífica não causava comoção devido a um golpe, mas, agora vem a citação: "Destas particularidades está parecendo que este choque é produzido pela emissão de partículas torporíficas ou elétricas. Tudo bem até aí? Se é para comparar com a garrafa de Leyden o que não acontece com o peixe e acontece com a garrafa? Quando ele bate a garrafa acontece pelo menos duas coisas que com o peixe não acontece.

Aluno 3: A garrafa separa o choque, não é isso?

Aluno 4: Armazena, né professora?

Maisa: Armazena, mas quando você encosta e ela descarrega o que acontece?

Aluno 4: Leva o choque.

Maisa: Leva, mas acontecem mais duas coisas. Gente, quando se encosta uma coisa na tomada?

Aluna 5: Faz faísca e um estalo.

Maisa: Isso, o peixe não causa nenhum dos dois. Então será que é uma boa explicação essa? Será que pode comparar?

Aluna 5: Acho que não professora.

Maisa: Não? Explodir alguma coisa na água não tem como?

Josenildo (Aluno): O peixe é um fenômeno natural e esse choque da garrafa é energia causada. O peixe tem uma natural e essa é causada, passa por várias etapas para se chegar nesse choque. Está falando que ele tocou e que ninguém tem coragem de tocar uma segunda vez. O da garrafa é mais forte do que o do Torpedo, porque nesse ele só falou que encostou.

Maisa: Mas esse peixe aqui não. Quando ele pegou nessa Enguia do rio ele falou que poucos estariam dispostos a sofrer uma segunda vez, igualzinho com a garrafa.

Josenildo (Aluno): Ah sim, com o Torpedo não, ele segurou. Mas com a Enguia foi.

[Todos conversam].

Maisa: Bom, vocês tem uma questão agora tá? Então vocês vão fazendo, e eu vou fazer a chamada e organizar esses papéis. "Quais eram as semelhanças com as virtudes elétricas conhecidas? E quais eram as diferenças". Eu já falei dessas diferenças aqui. Uma

foi ele que citou e a outra foi ela. No que o peixe era semelhante com a garrafa? Os dois causam comoção né? Então essa é uma. E qual era a diferença?

Josenildo (Aluno): Faísca e estralo.

Maisa: Isso, explosão. Precisa escrever, guardar isso.

Josenildo (Aluno): Hoje eu vi a raquete "T".

Maisa: Ah, descobriu como ela funciona?

Josenildo (Aluno): Aperta o botão e uma distância [inaudível], a raquete puxa o mosquito. Aí faz um estralo.

Aluno não identificado: Ela tem um polo positivo e negativo, daí quando você liga ele separa.

Maisa: E aí fecha o circuito?

Aluno não identificado: Isso, daí o mosquito estrala e morre.

Rose (Aluna): Professora, a semelhança é o que?

Maisa: Aquele efeito de comoção.

Rose (Aluna): Eu coloquei "choque" professora.

Maisa: Mas coloca entre aspas porque a gente ainda não tem certeza se é um choque elétrico.

Aluno 1: Professora, é para fazer o quê?

Maisa: É para você escrever quais eram as semelhanças dos fenômenos dos peixes, aí são todos: a Enguia, o Bagre, Torpedo. Todos eles causam o quê?

Aluno 1: Dormência.

Maisa: E a garrafa? Também causa?

Aluno 1: A garrafa causa estralo e faísca.

Maisa: Essa é a diferença. Mas ela também não causa dormência?

Aluno 1: É, dá choque do mesmo jeito.

Maisa: Bom, outra coisa que eu quero que vocês façam é que reparem as datas. Esses aqui, o Adanson, diz pra mim quando é que ele escreveu sobre o Bagre?

Aluno não identificado: 1757.

Maisa: Isso, e o outro, o médico inglês?

Aluna 5: 1769.

Maisa: Isso, e o Spallanzani? Foi em 1782. A garrafa de Leyden foi em 1745. Só para vocês aprenderem que quando a gente está estudando têm que pensar também nas datas, às vezes as pessoas esquecem e é super importante. Todos aqueles testes que a

gente gostaria de ter feito, aquelas investigações, na maior parte delas encontramos as respostas no Spallanzani, já no final do século XVIII. Qual eram as hipóteses, explicações, que tinham sobre o peixe? Eram publicadas pelo Reaumur em 1750. Então ele fala da hipótese do golpe e dos corpúsculos. Aí faltam outras que também apareceram aqui: veneno, líquido ou fluido né? Então, voltando: a garrafa em 1745. O Reaumur em 1750, cinco anos de diferença. Essas explicações que ele fez vão durar por todo o século XVIII. O próprio Spallanzani foi testar, depois que o peixe estava morto o movimento do músculo. Esses viajantes já estavam tomando contato com outros peixes em outros lugares do mundo e já estavam comparando com a garrafa. O Spallanzani estava testando, super cuidadoso. Agora a gente precisa pensar se ele conhecia bem a garrafa, se os outros concordavam com o Reaumur ou discordavam e assim por diante. O estudo final que a gente tem, pra parar com essa questão por enquanto, é de 1773, do Walsh. Ele vai chamar esses músculos de órgãos elétricos. Bom, isso aqui é para vocês terem uma ideia do que estava acontecendo no século XVIII pelo mundo. Isso não quer dizer que um leu o outro. A gente recolhe informações e, às vezes, a gente repara com alguém falando que leu aquele ou que discorda do outro, mas às vezes não. Esses sábios não conheciam necessariamente os trabalhos uns dos outros.

Gente, eu faço a chamada recolhendo os trabalhos. Vale a nota e a presença. Semana que vem eu vou começar com um novo problema, nós tínhamos antes uma questão problema: o que os estudiosos fizeram pra compreender esse fenômeno. Agora nós vamos ter outro, vou pensar num bem legal.

Aluno 3: Professora, você vai fazer prova quando?

Maisa: Eu não faço prova. A questão da garrafa tem várias soluções. O problema é: eu tenho uma garrafa com capacidade de oito litros que está cheia, e duas garrafas vazias, sendo uma com capacidade de três litros e outra de cinco. O que eu quero obter no final são duas garrafas com quatro litros cada uma. Eu só posso usar a garrafa de três e a de cinco pra medida, lembram? Deixa eu desligar aqui.

Aula 9 - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA INTERMEDIÁRIA - Transcrição do Arquivo 701_0074.wma

[Conversas preliminares]

Maisa: Vamos fazer um jogo rápido, não dá pra ficar pensando. É tipo sei ou não sei. Vamos fazer juntos, podemos começar? "Leia as frases com atenção". São quantas frases que vocês estão vendo aí?

Vários alunos: Três.

Maisa: Estão numeradas, né? A resposta não precisa estar na ordem tá? É uma revisão pra gente, antes de começarmos a segunda etapa do curso. Então a primeira frase diz assim: "A Raia Torpedo, o Bagre do Nilo e a Enguia do Suriname, entre outros tipos - que vocês também citaram de alguns - são peixes que causam comoção, dor e entorpecimento das suas presas e nas mãos de quem os toca". Segunda frase: "O corpo dos peixes é revestido por músculos cobertos por pele - vocês viram alguns desenhos né? - e segundo os estudiosos do século XVIII, esses músculos são responsáveis pelo fenômeno do peixe". Três: "Os músculos emitem corpúsculos que penetram na pele das presas e nas mãos de quem os toca. Os músculos emitem partículas corporíficas ou elétricas". "Preencha com o número da frase ao fenômeno observado pelos estudiosos". Então se você acha que o fenômeno é o número um, você escreve na frente da palavra individual o número um. Se achar que é o dois, etc. Só o número tá? Depois: "Preencha com o número a frase que corresponde às conclusões dos estudiosos baseadas em indícios". Então eles têm alguns indícios, fizeram algumas coisas lá que deram uma pista sobre essa conclusão. Por fim: "Preencha com o número da frase que corresponde a explicação". Então a explicação que eles deram está na frase um, dois ou três. Entenderam?

Esse grupal é pra fazer em grupo, num outro momento. Então você só coloca no individual, é a sua primeira ideia. Edileuza, rapidinho pra você separar três coisas: fenômeno, conclusão baseada em indícios e explicação. O que é cada um, veja, está separado nas três frases. É só colocar um número e elas não estão necessariamente na ordem um, dois e três.

Aluno 1: Então tem que colocar o número só né?

Maisa: Isso, eu não quero que vocês copiem demais. Por isso eu falei que é jogo rápido, estamos na última aula. Carlos, você andou faltando. Não vai faltar mais?

Carlos (Aluno): Estava cansado professora, à noite.

Maisa: Melhorou?

Carlos (Aluno): Graças à Deus.

Maisa: Era dengue?

Carlos (Aluno): [inaudível]. Também faltei em [inaudível].

Maisa: Edileuza, qual é a frase que está falando do fenômeno? Um, dois ou três?
[Todos conversam].

Aluno 3: Professora, não entendi esse negócio da enguia.

Maisa: Você não sabe fazer? É só dar a resposta individual. Só colocar o número.
[Todos conversam].

Maisa: Quando chegar ao final do curso, vocês precisam ver se essas ideias mudaram ou não.

[Todos conversam].

Maisa: Gente, posso recolher? Vamos lá, jogo rápido. Agora, nós vamos fazer juntos para ver se estamos de acordo e então eu vou dar uma atividade para vocês fazerem um trabalho em casa e trazer na próxima aula. A gente vai fazer na próxima aula, mas a gente vai lá pro CEU Butantã. Então vamos lá: "A Raia Torpedo, o Bagre do Nilo e a Enguia do Suriname, entre outros tipos, são peixes que causam comoção, dor e entorpecimento das suas presas e nas mãos de quem os toca". Isso é o que? Um fenômeno que existe independentemente dos estudiosos? Existe, então é um fato real, mas quando a gente passa a observar, pode chamar de fenômeno porque cada um pode olhar de uma maneira diferente e então ele passa a ser um objeto de estudo, que a gente chama de fenômeno. Então a primeira resposta aqui em cima é a número um. Gente, no final do curso eu não vou perguntar do mesmo jeito. Essa avaliação é ainda formativa, tá? Nós vamos começar outra etapa agora, e aí você vai se avaliando ao longo do caminho. Não quer dizer que todo mundo tem que chegar no mesmo ponto ao mesmo tempo. Algumas pessoas podem chegar e outras ainda estarem no meio do caminho.

"O corpo dos peixes é revestido por músculos cobertos por pele". Até aí isso é uma coisa observada ou não?

Vários alunos: Observada.

Maisa: "Segundo os estudiosos do século XVIII, esses músculos são responsáveis pelos fenômenos do peixe". Eles tinham certeza disso ou tinham indícios?

Vários alunos: Indícios. Por causa da pegada deles.

Maisa: Por quê? Por causa da pegada dele né, quando ele pegava naquela região ele sentia mais forte. Então ele achava que era ali que estava acontecendo. Podiam ser várias coisas que a gente estava discutindo aqui durante o curso: veneno, líquido, corpúsculo, partícula corporífera, partícula elétrica, golpe... Então todas essas coisas não são um fato e nem um indício. É uma conclusão ou uma explicação? É uma explicação

né? Então, cada um está olhando para o mesmo fato e cada um está dando uma explicação diferente. O músculo era uma coisa que eles estavam inferindo, imaginando, pensando que poderia ser um músculo ou eles já tinham certeza que era um músculo.

Vários alunos: Já tinham certeza.

Maisa: É, eles estavam observando uma coisa que era entre um indício e algo que ia se tornar uma certeza. E todas as outras - corpúsculo, golpe, partícula? Estavam dando o quê? Sugestões, explicações. Não era a imaginação, uma coisa do nada, tipo: "Ah, eu acho que é isso". Eles estavam observando e fazendo vários testes: colocando a mão, usando vara de pescar, [inaudível] com a lata. A gente diz que eles estavam realizando experimentos. Então não era qualquer explicação, era uma que tinha que ser convincente. Se vocês tiverem de acordo eu já passo a atividade pra vocês.

Vários alunos: Mas a resposta foi a um, dois ou três?

Maisa: Então, a primeira frase - que o fenômeno - é número um. O músculo é o quê? Não, não tem que falar nada agora. Até o final do curso vocês vão ver. Se quiser mudar tudo no final do curso, pode. É essa a ideia.

Se você tem certeza, você mantém as mesmas respostas. Se você estudou mais e compreendeu melhor, dá pra modificar lá na frente. A mesma coisa acontece com esse trabalho que eu vou distribuir pra vocês fazerem em casa. Eu sei quem esteve presente e tem que me devolver isso pelas atividades que vocês me entregaram agora, tá? Essa atividade conta como presença e eu aguardo isso aqui. Esse trabalho é pra substituir a atividade de quinta-feira, pode entregar em qualquer dia tá? O seu João é muito preocupado com a questão da homossexualidade humana [inaudível].

[Todos conversam].

Edileuza (Aluna): Professora, a vantagem de ser negro é que você vai chegar nos cinquenta anos, metade de um século, e você está assim inteira.

Maisa: As branconas, que nem eu, não chegam assim?

Edileuza (Aluna): Não, até chega [inaudível].

Maisa: Qual é a idade dessa vossa professora?

Edileuza (Aluna): Ai professora, sinceramente, não sou boa de palpite.

Maisa: Pensa bem! Você falou que as brancas não chegam conservadas eu fiquei doída! Quantos anos que você acha que eu tenho?

Vários alunos: 48, 46, 47.

Maisa: Então, olha: agora a gente tem uma evidência pra derrubar a hipótese

explicativa da Edileuza! O Carlos me deu 52 anos.

[Todos conversam].

Maisa: Gente, vamos combinar para terça que vem? Ok. Posso continuar, por favor?

Edileuza (Aluna): Antes de continuar, eu gostaria que você me respondesse: o que é a Ciência?

Maisa: Pois é...

Edileuza (Aluna): E depois, por que a Ciência é diferente de outras disciplinas que estudamos?

[Todos conversam].

Maisa: Então, esse trabalho vai percorrer, costurar o nosso curso. Vocês já responderam o que é Ciência lá atrás. Eu quero ver agora como você está caminhando, então para, pensa, lembra o que você escreveu. Quem nunca escreveu é a hora, para apresentar ideias. Bom, a questão do seu João: seu João, você nasce com um órgão né? Aquilo que o médico olha pra dizer se é menino ou menina. O sexo da gente, digo os órgãos sexuais, são determinados na hora da fecundação, dentro da barriga da mãe. Todas as mulheres fornecem um fator chamado fator "X". Os homens podem fornecer o fator "X" ou "Y". Logo, o fator "X" da mãe com o "X" do pai vai dar "XX", que é menina. O fator "X" da mãe com o fator "Y" do pai vai dar "XY", que seria o menino. Esse é o sexo genético, determinado na fecundação, quando ocorre a relação sexual que gera o bebê. Mais ou menos, porque hoje a gente sabe mais coisas. A natureza tende a formar sempre o corpo feminino, ou seja: podem existir mulheres que são "XY" e que tem seios, geram bebês, ovários com útero, mulheres mesmo. Sexo feminino. Por quê? Porque o "Y" não foi ativado e quando isso acontece também dá uma menina. Quando o "Y" é ativado pela própria mãe, aí dá um menino. Ou seja, os homens só vão ter o pênis, etc, porque no corpo da mãe ativou esse "Y". Isso é sexo genético. Durante a formação do bebezinho, começa quando ele tem a cabecinha do tamanho de um alfinete até os nove meses, durante esse desenvolvimento pode ocorrer uma formação equivocada desses órgãos, como pode ocorrer na cabeça, pulmão, tá? Aí vai ter o sexo legal, na certidão. Mas durante o desenvolvimento humano, durante a infância, juventude e assim por diante, alguns seres humanos não se enquadram no corpo que ele tem. As formas como eles sentem e pensam, então ele vai fazer outra opção, tá? Não é religioso, não é pecado, não é nada disso.

Aluno 5: É isso, isso não é doença.

[Todos conversam].

Aula 10 – HIPÓTESES DOS ALUNOS SOBRE A ORIGEM DAS ESPÉCIES E DOS PEIXES ELÉTRICOS –

Transcrição do Arquivo 701_0075.wma da organização dos materiais para o portfolio (instrumento de coleta de dados)

[Nota: Aula do dia 19 de maio, momento de divisão de águas. Terminamos o entendimento dos órgãos elétricos dos peixes e agora vamos começar a tratar a questão da origem. Num primeiro momento, estou recolhendo as atividades deles e [inaudível] que alguns ficaram de terminar, da aula imediatamente anterior].

Maisa: Gente, o que estou fazendo hoje é recolher aquele questionário, lembram? Então, eu queria que vocês colocassem na mesa e aí eu também vou passar aluno por aluno para ver como está a situação de cada um. Todo mundo do 3A já chegou? Relaxem, tirem o material de Ciências que eu vou ouvir um por um.

[Todos conversam].

Maisa: Todo mundo já chegou? Gente, vamos aproveitar que a professora Edna cedeu essa aula. Seu Valmir, boa noite e seja bem vindo. Todo mundo se acomodou? Bom, vocês vão encontrar lá uma nota de Ciências que eu fiz.. Calma gente!

[Todos conversam].

Maisa: Posso continuar? Olha, vocês vão receber as notas, mas vocês viram que as pessoas vão chegando no meio do caminho. Seu Valmir, por exemplo, chegou hoje. E a gente está num momento super importante, exatamente na parte final do curso e eu estou querendo organizar as notas de vocês, então eu fiz assim: algumas pessoas terão a nota 8, àquelas que me entregaram a maior parte das atividades. Quem ficou devendo uma ou outra eu joguei um 6 ou 5, pra dar tempo da pessoa entregar ainda. Então não é a nota final. E quem não fez nada, não teve nota, eu vou comentar um pouco hoje. Me desculpem fazer isso em voz alta, não é pra cobrar, mas pra organizar, tá claro? Estou pedindo umas aulas emprestadas pra gente fechar tudo isso, vocês devem ter poucas anotações de caderno né? As anotações de vocês estão nessa pasta, guardando todas como

combinado. Então, vamos lá: eu vou anotar agora quem trouxe, para recolher e organizar na pastinha.

Amaury, você terminou o trabalho?

Amaury (Aluno): Não.

Maisa: Amanhã é a última data, combinamos entregar hoje né? A gente ainda vai ter mais uma aula hoje. Ok, acredito, eu deixei mais um final de semana para vocês terem mais tempo. Agora, eu sei que muitas vezes tem gente que trabalha no sábado ou faz plantão.

Carlos, você só me entregou a Aula 8, tá? Então sua pasta só tem uma folhinha das oito que deveriam ter. Daqui a pouco vou te chamar pra gente conversar sobre isso. Edileuza, estava para terminar umas folhas, terminou? O questionário, aquele trabalho? Também vou recolher hoje.

[Herbert] está aí? Dona [Iraci] também não veio hoje. João Santana está aí? Não. Josenildo, você tem só uma coisinha pra me entregar, que já até deixei separado pra você. Quando puder, quanto mais rápido melhor. [Juniva], trouxe o trabalho? Então manda que eu coloco aqui dentro. Lembra que esse questionário não tem coisa certa ou errada, é pra você acompanhar o seu trabalho. Lucilene veio? Maria [Lídia] também não veio, Meire veio? Vamos lá Meire, deixa eu ver aqui. Está quase tudo completo, tem só o questionário pra me entregar. Você vem pegar, por favor? Esse termo aqui, é um termo de consentimento que a maioria já assinou, para eu utilizar esse material depois que a gente fizer a atividade, para minha pesquisa tá? E você escolhe se quer saber os resultados ou não. E aqui, se eu tirar fotografia ou gravação, se você concorda que eu possa utilizar em publicação científica ou passar pra outros professores. Você escolhe e assina, pode fazer já e colocar o endereço. [Raian] está aí? Raíssa? Raíssa, tem um monte dessas folhas que você não entregou, você tem elas aí?

Raíssa (Aluna): Não.

Maisa O questionário você recebeu né? Você trouxe?

Raíssa (Aluna): Não.

Maisa: E eu te dei um termo desse né? Precisa dizer se concorda que eu fique com essas folhas depois para o meu estudo. Como você é menor de idade, a sua mãe ou o pai precisa assinar aqui tá? Também, se querem saber o resultado e se concordam com o uso da gravação ou fala sua em publicação na universidade (no facebook não vai). Você consegue trazer amanhã? Obrigada.

Rose, Josenildo? Podem fazer. Édna, está aí? Você trouxe o questionário? Só falta isso, você pode fazer hoje.

Édna (Aluna): Perdi muita coisa.

Maisa: Mas o que você não fizer agora, depois termina e me traz. Vai fazendo já. Você é uma das coisas mais completas que tem aqui, gente, ela é uma séria candidadata a tirar 10.

[Todos conversam].

Maisa: A Bruna veio? Bruna, você é filha da Margarida?

Bruna (Aluna): Não. Eu não tenho mãe.

Maisa: Gildelina sumiu, Jorge você trouxe? Você começou na Aula 5 e também é um candidato ao 10. De onde começou está tudo aqui, muito obrigada. Estou vendo você fazendo isso até em outras aulas, desde a época que começou. Gente, o 10 é pela participação, pela [inaudível]. Não tem uma coisa certa ou errada. Marisvaldo, trouxe? Outro candidato a 10 também. A Raquel tá ok. Mayara, você é o mesmo caso do Carlos: sumiu.

Mayara (Aluna): Eu estava com atestado de duas semanas.

Maisa: Só duas semanas?

Mayara (Aluna): Quer dizer, dois meses.

Maisa: Nossa, o que aconteceu?

Mayara (Aluna): Peguei [apendicite]. Aí depois que aconteceu você não me deu nenhuma folha.

Maisa: Tadinha, tá vou te dar uma. Você traz essa que eu começo a avaliação nessa. Jônatas faltou e Jorge. Ele tem a dois, tres, a cinco, seis e sete. Não tem oito, nem questionário. Bom, vamos ver agora essa daqui que você não fez? A de colocar as frases em ordem? Quem não tem a oito?

[Todos conversam].

Maisa: É o seguinte: esse aqui é um termo de consentimento para que eu use esse material depois, para minha pesquisa. A gente vai começar a ver os avanços que vocês fizeram a partir do questionário que vocês entregaram agora. Para a Raquel também, pois ela começou no meio do processo. Então agora é um momento que não precisa ter as atividades anteriores, vou só usar as daqui pra frente. E olha, são poucas aulas e vai ser muito rápido. Vocês não podem faltar e tem que participar.

[00:18:29 = Interrupção da Aula para avisos externos - projeto de cinema =

00:20:08]

Maisa: Voltando aqui pra vocês três. Seria importante pra mim, comparar vocês que são os jovens da escola com as pessoas de mais idade sobre o desenvolvimento das atividades. Como vocês são menores de idade, eu preciso do consentimento do pai, da mãe, vó ou qualquer responsável de vocês, para eu poder guardar todo o material que você me entregar para estudar depois que terminar o curso. O que a gente faz no curso, as notas, é diferente. Isso aqui é um material pra eu melhorar a minha prática, e os outros professores de Ciências também. Se vocês concordarem e os responsáveis também...

Carlos (Aluno): E se eu não concordar?

Maisa: Se você não concordar as aulas seguem normalmente e eu não uso o seu nome. Vai ter nota, não tem nada a ver.

Carlos (Aluno): Isso aí é o que? Eu ganho alguma nota com isso?

Maisa: Não ganha, nem perde nada. Por isso que é uma pesquisa. A maior parte já topou participar.

Carlos (Aluno): Então eu vou topa também. Meu pai já morreu há muito tempo.

Maisa: Tá, desculpe. Você precisa me dizer se o responsável por você quer saber ou não dos resultados e se ele concorda com o material que eu publicar em alguma revista científica. Está bem claro aqui, uma revista da área de educação, ou científica. Nunca facebook ou rede social. Pra divulgar entre vocês eu vou marcar uma data e todo mundo que concordou eu vou chamar para mostrar os resultados.

Aluna 7: Ah tá, então se a minha mãe concordar ela tem que vir aqui ver o resultado?

Maisa: Só se ela quiser. Gente, eu coloquei que na quinta-feira teríamos duas aulas, nós vamos no CEU [inaudível].

[Todos conversam].

Maisa: Gente, para quem concordou eu utilizar o material, depois de alguns anos ele é destruído tá? Enquanto isso, fica lá na Universidade de São Paulo, na sala da minha orientadora.

Aluno 8: Professora, a senhora falou que tinha outras disciplinas que você está estudando. Mas nós não estamos estudando uma coisa só?

Maisa: Não, mas vocês estão estudando História, Geografia, Inglês.

Aluno 8: Entendi.

Aluna 9: Professora, você não falou do meu trabalho.

Maisa: Não tem nada seu, por que será? Vê se tem no meio do seu caderno alguma folhinha de Ciências. Jorge sua folha não está comigo, você não veio nessa aula né?

[Todos conversam].

Maisa: Raquel, preciso falar com você em particular.

Jorge (Aluno): Não ganhei pontos. Um só? Dá pra passar ainda?

Maisa: Sim, se você não perder nenhuma atividade e fizer todas bem feitas, tudo bem. O que a gente faz com a [Tamiris] e [inaudível]?

[Todos conversam].

Maisa: Não faço a mínima ideia. Meire qual o seu número? Gente, vou ter que repetir: celular, tem uma legislação que diz que não é para usar na sala de aula! Gente, não briguei com vocês e nem tirei o celular da mão. Só que agora estou dizendo que o celular está prejudicando o aproveitamento de vocês. Carlos, senta, por favor. Você já tem uma atividade que não me entregou, o trabalho da semana passada. As outras pessoas estão terminando o trabalho, se a gente ficar falando eu já não dou atenção e atrapalha quem está pensando.

Carlos (Aluno): Tudo bem, só isso?

Maisa: Só. Na verdade, eu queria fazer uma proposta: a gente está fazendo um trabalho, onde trazemos problemas da Ciência para estudar a Ciência e compreender como ela é feita. Estamos num momento em que parei um bloco e vou começar outro. Para começar outro bloco, seria importante que o senhor respondesse um questionário pra mim e para o senhor. Este questionário não tem perguntas certas ou erradas, é só para saber se o seu pensamento mudou e o que mudou no final do curso. [inaudível] A pesquisa não tem nada a ver com o processo da sala de aula.

[Todos conversam].

Maisa: Tem umas coisas que o computador corrige sozinho. Raquel, vem cá, quero falar com você. Carlos, é só a Raquel. Só porque você falou, se você quer um 10 sem ter feito nada você tem. Pronto.

Carlos (Aluno): Sério? Não, mas eu quero fazer.

Maisa: Sério. Se é tudo isso o que você quer na vida, você tem o 10. O dia em que você quiser aprender alguma coisa, você volta a conversar comigo. Raquel, você precisa [inaudível] tem como copiar. Você precisa se colocar, porque isso vai servir pra você se avaliar. Você já fez, deixa ele lá. Porque isso não tá valendo nota [inaudível]. Não se preocupe se você não sabe. Edileuza, vou jogar aqui dentro. Ela falou que molhou, tomou

chuva. Obrigada, Rose. Sabe que eu acho que tenho paciência também, às vezes eu fico me perguntando: como é que eu cheguei, depois de trinta anos, ainda a ter tanta paciência. [inaudível] também é uma séria candidata a fechar com 10. Fala Ricardo. Quer que eu passe atividade pra você? Depois do intervalo eu passo, pode ser?

Transcrição do arquivo 701_0076. Wma

SOBRE AS IDEIAS SOBRE A ORIGEM DOS PEIXES

[Nota: Aula de Seleção Natural e Origem das Espécies]

[Começo de aula, conversas entre alunos].

Maisa: Estamos num momento de mudanças, lembram que estudamos os peixes, depois vieram os órgãos elétricos, e que ele é de natureza o que... muscular, músculo, ou é de natureza óssea, do osso?

Aluno 1: Do músculo.

Maisa: Isso. Só que vimos que tem vários tipos de peixes elétricos. Então tem, peixes cujos órgãos elétricos estão no dorso, do dorso para o ventre, que é o caso do Torpedo. Tem uns que estão na região lateral, que é o caso da Enguia do Suriname, e a Maria [inaudível] sempre fala do Poraquê. Enfim. Então nesse momento chegamos num ponto da ciência, em que nos perguntamos: Como é que surgiram estes órgãos elétricos? Se eles são diferentes nos diferentes peixes? De onde eles surgiram, são órgãos novos? E se são órgãos novos, por que são diferentes entre si e nos diferentes peixes? Então, quais ideias que vocês têm? Como surgiram os peixes, como surgiram os órgãos elétricos só nesses peixes?

[Todos conversam].

Maisa: Nós conhecemos primeiro, a Arraia. Depois com as viagens, conhecemos o Bagre-do-Nilo, depois a Enguia do Suriname, através das publicações, e hoje, você mesmo fez a pesquisa, sabemos que existem outros, uma meia-dúzia aí, o Poraquê... e outros peixes que possuem órgãos elétricos. A pergunta que agora os estudiosos novos se fariam... não é mais, se é elétrico ou não é, do raio, por que que o peixe causa entorpecimento... isso aí já sabemos. E sabemos que são alguns peixes. A pergunta agora é: de onde vieram, qual foi a origem, como foi que apareceu estes órgãos elétricos... que ideias vocês teriam pesado?

Aluno 2: Pô Professora, de onde veio.... Porque têm... Vamos supor, a Enguia, nós conhecemos no Brasil. Nós sabermos de onde vêm fica difícil.

Maisa: Acho que não me expliquei direito, não é a origem, dizer assim que veio da Itália, veio do Nilo, veio do Suriname. Como apareceu no corpo dos primeiros peixes que

apresentam órgãos elétricos... [inaudível]. A pergunta é: os primeiros, como é que apareceu, qual a origem?

Aluna 3: Tem que entregar isso hoje pra você?

Maisa: Não, quero conversar primeiro... vocês escrevem o que quiserem. A Edileuza já está desenhando aí. Você pode desenhar, anotar um texto...

Aluno 4: Não seriam larvas, que dariam origem aos peixes?

Maisa: Você tá me explicando como é que o Torpedo adulto, ou o Bagre ou o Poraquê, ou qualquer peixe adulto... como é que ele se desenvolve. Porque tem o ovo, vira uma larva aquática e essa larva vira um adulto. Mas não foi essa a pergunta. Eu quero sabe o primeiro. Você tem alguma ideia?

[Todos conversam]

Aluno não identificado: O Primeiro foi quando Noé... [inaudível].

[Todos conversam].

Maisa: Se Noé colocou um casal de cada tipo e teve um dilúvio - é essa explicação que conhecemos - teve um momento em que esse dilúvio acaba, a água começa a evaporar e a baixar e encontra a terra, não sei direito a história como é, mas aí ele solta os animais. Bom aí eu pergunto pra vocês. Os animais que Noé colocou lá: qual era a origem deles? Pra ele pegar um casal de cada um e colocar na água.

[Todos conversam].

Aluno 2: (...) O Animal foi feito, e foi feito por Deus.

Maisa: Todo mundo acha que foi isso? Deixa eu fazer uma pergunta pra vocês.... Deus criou os peixes também?

Aluno 2: Criou. É igual dizer assim: quem nasceu primeiro, foi o ovo ou a galinha?

Maisa: Se Deus criou todos os tipos de plantas e animais. Que já existia então no tempo de Noé, depois quando ele mandou o dilúvio ele também avisou que colocou um casal de cada tipo dentro da Arca, e não precisaria fazer isso com peixes. Poderia ter feito, ter pegado um casal de cada tipo e colocado num aquário, poderia, não sei se ele fez, não conheço a Bíblia tanto assim. Mas poderia. O [inaudível] tá dizendo que não fez isso. Que os peixes ele não colocou dentro da água, que os peixes já estavam na água. Subiu a água, evaporou a água, desceu, soltou todos os terrestres e os peixes lá né. Aí eu pergunto pra vocês. Então os peixes que existem hoje são filhos, descendentes daqueles primeiros peixes. E deveriam ser idênticos aos primeiros peixes, de antes ou depois da Arca, é isso?

Aluno 4: Não. Porque assim, os peixes foram criados, mas as gerações dos peixes de

agora tem mistura de raças e aí talvez chegou nesse ponto dele ser elétrico - às vezes não tinha peixe elétrico. Mas sabemos que eles fazem clonagem. Eles pegam um tipo de animal, tira ali o sêmen e pode por em qualquer outro animal que não seja de raça e nascer um filho... de raça. E nasceu o peixe. Às vezes o peixe procria com outro e aí, às vezes muda o tipo de peixe. Se for um bagre, ele já não sai tão bagre, com outra espécie ele já sai um bagre "tipo diferente", um tipo que dá choque. Então os peixes não podem ser o mesmo. Aí eles foram evoluindo um com o outro.

[Todos conversam].

Maisa: Vocês sejam coerentes. Ou Deus criou todos os tipos e esses tipos só ficaram dando ovinhos e larvinhas, como disse o Josué, e são todos aparentados entre si. Ou dizem que nós somos parentes, todos de Adão e Eva...

Como faríamos pra saber, vamos pensar como estudiosos, já levantamos uma porção de explicações....

Aluno 4: Vamos supor. Se uma pessoa brasileira tem um filho com um japonês. Ele é o que? Ele é mestiço não é?

Maisa: Vamos dizer assim, você casa com uma japonesa e tem um filho mestiço. Você tem um "japonego". (Risos)

Aluno 4: Então com o peixe pode se dar na mesma moeda. O peixe pode se misturar com outra espécie...

Maisa: Mas espere lá, você está me dizendo que negros e japoneses são de espécies diferentes?

Aluno 4: Não. É porque eles são orientais.

Maisa: De tipo diferente?

Aluno 4: Eles são, porquê são orientais.

Maisa: Mas olha só, é tudo ser humano.

Aluno 4: Sim, tudo ser humano.

Maisa: Então você tá falando em variações de cor de pele?

Aluno 4: Quero dizer que o sangue é o mesmo, a carne é a mesma.

Aluno 5: Não pode ser japonês com negro professora.

Maisa: Não pode? Japonês só com japonês? Não mas me diga uma coisa se casasse um negro com um japonês poderia nascer uma criança elétrica?

Aluno 4: Eu tô querendo dizer que o peixe, ele pode ter uma relação com um outro e por causa disso, pega um pouco de um e de outro, e se torna uma coisa que pode vir a ser um

peixe elétrico. Às vezes o pai e a mãe não são, mas por ser espécies diferentes, no organismo deles ali, quando foi produzir, às vezes criou essa química de ele ser elétrico. É isso que eu tô falando.

Maisa: Agora vamos voltar um pouquinho. A [inaudível] estava falando que a geração nova, e a Edileuza também, é diferente da primeira geração. É isso, seu [inaudível]? Ele é aluno novo, deixem ele falar um pouco.

Aluno 6: Como é? Não entendi.

Maisa: Os peixes que vivem hoje são aparentados ou não com aqueles primeiros peixes, que estavam lá, no passado no dilúvio. São descendentes ou não?

Aluno 6: Eu acho que são sim.

Maisa: Sim, se eles são. Por que, que só alguns têm órgãos elétricos e outros não? O que é que poderia ter acontecido?

Aluna 3: Um tem uma espécie e outro tem outra espécie.

Maisa: Sim. Então você tá dizendo que Deus já havia criado um peixe com órgão elétrico, e outros sem órgãos elétricos. Agora, se eles tivessem uma descendência, se os pais fossem os mesmos, por que eles são tão diferentes? Se você está me dizendo que Deus criou um casal que tinha órgão elétrico, todos os filhotinhos deveriam ter órgãos elétricos do mesmo jeito.

Aluno 4: Não professora, ela disse que Deus criou o peixe elétrico, mas ela não disse que criou só uma espécie de peixe elétrico. A enguia é a enguia, a arraia é a arraia.

E por que ele criou somente esses peixes com órgãos elétricos e outros não?

Aluno 4: Tem animais que ele criou, vamos supor, que não é pra ser comido....

[Todos Conversam].

Aluna 3: O bagre é entorpecente?

Maisa: O Bagre causa entorpecimento, entorpecente é outro em significado.

Aluna 7: Professora, mas Deus criou esse peixe, ele causa entorpecimento pra defesa dele, é só se se agredi-lo, mas ele não vai atingir as pessoas...

Aluna 8: Ou talvez Deus criou esse peixe para despertar a curiosidade do ser humano, pra chegar até onde chegou...

Aluno 4: Eu concordo com ela. Porque na verdade é uma defesa, se a senhora não tocar nele, ele não vai atacar a senhora. Então é defesa, se a senhora for mexer nele, ele vai se defender.

[Todos conversam].

Maisa: Mas, onde que na Bíblia está escrito, então, que tinha mais que um casal de peixes? Porque [inaudível] começou dizendo que ele colocou na arca, um casal de cada tipo.

Aluno 4: Não professora, na Bíblia fala assim: criou Deus os peixes; criou Deus as Aves e deu nome: Aves; criou Deus os animais. Então quer dizer não deu um nome. Ele criou os peixes, então, peixes são várias naturezas de...

Maisa: Aí ele decidiu vou colocar esse tipo aqui, aquele tipo lá, eu vou colocar o outro não sei onde...

Aluna 9: Professora, é que na verdade não é só o peixe que tem entorpecimento. Tem formiga que tem entorpecimento. Tem...

Maisa: Mas é elétrico?

Aluna 9: É, não...

Maisa: Estamos discutindo aqui, os órgãos elétricos dos peixes. Que vimos ser de natureza, muscular.

Aluno 4: Na verdade quem colocou o nome nos animais foi Adão. Porque era para os animais obedecerem a Adão. Se ele não pecasse, certo? Então o peixe...

Aluna 8: Mas quando os animais vieram da Arca de Noé, eles já vieram com nome...

Aluno 4: Adão é antes de Noé.

[Todos conversam].

Maisa: Eu quero ouvir outras pessoas. Vocês estão colocando mais dúvidas na minha cabeça. Esse Deus que vocês estão aí falando, que falou... parece isso, pareceu... Então ele é um Deus todo-poderoso, é o único, é o verdadeiro, todo-poderoso, e ele deve ser muito inteligente. Olhem só, esses peixes vivem na água, tem nadadeira, tem brânquias, eles são parecidos em tudo. Alguns têm órgãos elétricos pra se defender e outros não. Dentre aqueles que têm órgãos elétricos pra se defender e que alguém se fere se colocar a mão lá porque foi feito pra defesa... Por que é que ele faria, só estes órgãos elétricos diferentes, se ele é tão inteligente. Por que é que um é localizado no dorso, o outro é na lateral, o outro é, sei lá, na cauda...

Aluno 4: Já pensou se nós fossemos todos iguais, professora?

Maisa: Não, mas todo mundo tem pulmão igual. Todas as partes do corpo são iguais. Todas as partes do peixe são iguais. Todos tem boca, narinas, escamas... Daí eu te pergunto: Deus poderia ter feito todos os tipos com órgãos elétricos pra se defender? E a maioria perdeu esses órgãos elétricos e alguns ficaram? Eles não se modificam ao longo

do tempo?

Aluno 4: Imagina se ele faz todos elétricos, professora? Não ia prestar... Os que Ele fez que são elétricos, não era pra comer...

[Todos conversam].

Maisa: Chegamos à conclusão que era órgão elétrico, que faz choque elétrico. A dúvida está na origem.

[Todos conversam].

Maisa: Ela está dizendo então, que a Natureza é como se fosse um livro aberto, para que os homens hoje estudassem, e ao longo do tempo, para quê, para chegar a qual conclusão?

Aluna 8: Por exemplo, os cientistas não tão em pesquisa pra descobrir a cura da dengue? Que tá em pesquisa pra ser aplicada? Deus sabia que mais pra frente o próprio ser humano ia causar uma doença, então tinha que criar uma cura.

Aluno 8: É isso é engraçado, descobre a vacina, só que tem um porém. Quando descobre a vacina da dengue, vêm o câncer, aí vê só, descobrem a cura pro câncer e vêm a Aids. Então se Deus queria que eles descobrissem...

[Todos conversam].

[Fim da aula].

Maisa: Por favor, repete o que você falou pra mim para eu não esquecer.

Aluno 1: O cientista que estava estudando esse peixe morreu sem saber a origem do peixe. Deixou e aí vai ficando para os outros cientistas mais novos irem estudando, e os outros cientistas vão tentar descobrir professora, mas não vou descobrir a origem.

Maisa: Então, o que será que esses novos pensaram sobre a origem? O que você acha?

Aluno 1: É, o cientista pega e deixa relatado né? Aí o outro cientista que começa, que é mais novo, ele pega aquele relato e vai tentar descobrir o que o cientista que morreu não descobriu. E aí vai indo de cientista pra cientista esse negócio. Então, nós também vamos chegar lá.

Transcrição do arquivo 701_0077.wma

Maisa: Agora vou te fazer uma pergunta. O que está no livro de Ciências que a gente estuda é o último conhecimento de Ciências?

Aluno 1: Se é o último conhecimento? Não.

Maisa: Esses livros podem perder toda a validade.

Aluno 1: Pode. Porque daquela relação, o novo cientista vai estudar pra frente e aquilo que ficou pra trás ele vai descartando. Aí vai ficando relatado.

Maisa: Não fica nada? Que é órgão elétrico não ficou?

Aluno 1: Ficou, mas então. A senhora não falou que o aluno daquele que estava estudando relatou algumas coisas de outros peixes? Então ele não esqueceu e continuou estudando novas coisas.

Maisa: Relacionando com outras coisas.

Aluno 1: Mas um dia vai cair no esquecimento, porque ele está estudando um novo peixe. Aquele lá já foi.

Aula 12 – A SELEÇÃO ARTIFICIAL - transcrição do arquivo 701_0078.wma

[Nota: Aula do dia 25 de maio sobre Seleção]

Maisa: Sentem em duplas.

[Todos conversam].

Maisa: Eu preciso que vocês me ajudem a lembrar o que estávamos estudando na aula passada. Qual era a pergunta que eu tinha feito, não na sexta-feira?

[Todos conversam].

Maisa: Tinha essa atividade aqui lembram? As pessoas me entregaram hoje. Eu pedi assim nessa atividade: "No espaço em branco abaixo, faça um desenho, com legenda, para representar a sua ideia sobre a origem dos primeiros peixes elétricos" - os primeiros que apresentam órgãos elétricos. Aí podia escrever um texto pequeno, lembram disso? E quais foram as ideias que apareceram sobre a origem dos órgãos elétricos. Alguém lembra? Jorge, falou de religião ou o Josué. Por que chegou nesse tema?

Aluno 1: É que uns achavam que isso era [inaudível].

Maisa: A maior parte achava que tinha acontecido o que com o peixe? Qual era a origem dos órgãos elétricos? Como teriam surgido?

[Todos conversam].

Maisa: Bom, vamos lá gente. Como é que teriam surgido os órgãos?

Aluno 2: A circulação de veia sabe, com a água.

Maisa: O que? Não. A nossa conclusão não era essa.

Marisvaldo (Aluno): Acho que esse tema foi em outra sala professora, não foi aqui não. A origem dos órgãos?

Maisa: Leia a pergunta, você está com a folha aí.

Aluno 4: Você tem razão.

Maisa: É porque eu lembro que na discussão a Edileuza começou a falar sobre a origem dos peixes, né? Que teria ido para a Arca de Noé. Olha Carlos e Jonas, se você está sem material e você que vem só pra jantar, quiserem esperar o jantar lá fora, a gente não fica chateado. A classe está muito agitada, assim não dá pra trabalhar.

Aluno 4: Estamos falando sobre a aula, olha aqui.

Maisa: Vou lembrar, esqueçam que eu estou gravando. A pergunta era assim: "No espaço em branco abaixo, faça um desenho, com legenda, para representar a sua ideia sobre a origem dos primeiros peixes elétricos". Então a gente já sabe que é elétrico e que é de natureza muscular, só que cada tipo de peixe a gente sente o choque numa região do corpo, lembram? Um é mais na região [inaudível], outro na lateral. Ou seja, são peixes de tipos diferentes, alguns vivem em água doce, outros em água salgada, mas todos têm órgãos elétricos. Daí na discussão as pessoas começaram a falar que Deus teria colocado um casal, ou melhor, Noé, de peixes elétricos na água. Foi assim que a Edileuza começou. O que aconteceu, todo mundo concordou?

Raquel (Aluna): Concordo.

Aluno 1: Eu não concordo não com isso aí.

Maisa: Por quê?

Aluno 1: Porque o peixe já estava na água.

Maisa: Isso, lembram da discussão?

Vários alunos: Sim.

Raquel (Aluna): A Bíblia não fala do peixe.

Maisa: É, a gente podia imaginar que, ou o Noé levou um casal de cada tipo de peixe pra dentro da arca e colocou no aquário, inclusive os elétricos. Mas aí a imaginação não está na Bíblia. Gente, imaginação desse tipo, criando fantasias, é válida nas Ciências?

Aluno 2: Pode ser.

Maisa: Pode? Como a gente faria pra testar se é verdade?

Raquel (Aluna): Professora, os peixes de água salgada podem ficar na água doce?

Maisa: Não, essa pergunta a gente debateu também. Se chove muito, a água salgada fica menos salgada.

Raquel (Aluna): Ah, então eu acho que sim, que Noé pegou. Porque o tanto de chuva que teve inundou tudo.

Marisvaldo (Aluno): Não, não. Porque o peixe não vai morrer na água, ele colocou os casais pra não morrer.

Raquel (Aluna): Eu sei. Você não viu a professora dizer que peixe de água salgada na água doce morre?

Maisa: Não morre Marisvaldo? Se colocar o peixe do mar no rio?

Marisvaldo (Aluno): A água salgada pode ficar doce, tá entendendo? Aí depois, quando para de chover a água fica normal.

Raquel (Aluna): Gente, mas 40 dias e 40 noites!

Maisa: Inundou até as montanhas, né? (risos).

Raquel (Aluna): Isso, acho que sim.

Maisa: Gente, isso é um fato, um fenômeno que o Noé contou, observou?

Raquel (Aluna): Não.

Maisa: É a gente que está pensando nessa possibilidade. Vamos pensar que nós não temos essa informação na Bíblia, então a gente não pode usar. Não é uma coisa documentada, que alguém viu, escreveu num documento. Então a gente vai ter que resolver isso de outra maneira, vamos pensar? Se o Noé não colocou um casal e os peixes estão todos na água, todos os peixes teriam órgãos elétricos, é razoável? Aí alguns teriam perdido, é isso? Ou será que todos vieram de um mesmo casal, o peixe Adão e o peixe Eva, que deram origem a toda a diversidade de peixes. Algumas pessoas disseram que todos os tipos de peixe existem desde a Criação e os que existem atualmente são filhos, descendentes desses primeiros tipos. Não tendo ocorrido o aparecimento de nenhum tipo novo, em nenhum lugar. Lembro da Rose falar que é como se a natureza fosse um livro e a gente, dotado de inteligência e curiosidade, busca ler esse livro aberto. Aí na sexta-feira eu pensei que não estava entendendo nada. Vamos ver o que eles estão falando sobre ser cristão, porque às vezes tem diferença entre a gênese da Bíblia dos católicos, evangélicos, da Torá. Eu comentei que algumas religiões não são cristãs e que, se alguém conhecia uma dessas religiões, como que pensariam sobre a origem dos peixes. A gente parou por aí, só estou retomando para não nos perdermos. Hoje a gente vai começar outra atividade. Eu pedi para vocês se sentarem em duplas para trabalhar, podemos começar?

Eu vou recolher [inaudível]. Até o intervalo vocês ficam aqui, vamos fazer juntos? Nós vamos estudar outro fenômeno. Por que a gente usa a palavra fenômeno? Por que eu não falo em fato observado? Para as ciências, fenômeno não é algo difícil de acontecer, como o Ronaldinho, não. Para as Ciências o fenômeno é a mesma coisa que um fato?

Aluno 2: Não.

Maisa: Não? O fenômeno do entorpecimento é o que? Um fato que a gente observa. Então o peixe está causando um entorpecimento na presa e nas nossas mãos, mas como sou eu que estou observando, então pra mim passa a ser um fenômeno, algo que eu vou estudar. Então, não precisa ser algo excepcional né?

Raquel (Aluna): É uma coisa desconhecida.

Maisa: Isso, algo que acontece na natureza e que você vai estudar. Como você vai usar seus conhecimentos, não se pode dizer que eles estão corretíssimos num primeiro momento, e que é aquilo mesmo, você está chegando na verdade. É o seu modo de estudar aquela coisa que está acontecendo. Por isso a gente usa a palavra fenômeno. Vamos agora estudar um outro fenômeno.

Os desenhos estão meio apagados, mas vamos tentar observar o primeiro desenho. O que lhes parece que representa esse desenho?

Aluno 1: Vários peixes.

Maisa: Que estão aonde?

Aluno 1: Parece que tá dentro do mar.

Maisa: Isso, ou no rio. Eles são peixes de tipos diferentes ou são iguais e de tamanhos diferentes?

Vários alunos: Tamanhos diferentes.

Maisa: Isso. Então tanto pode ser um adulto, jovem ou filhote. Como todos podem ser adultos, adultos maiores ou menores. Vamos ver o que o texto traz de informação. Essa população hipotética de peixes - hipotética é faz de conta, não existe de verdade - na natureza exibe variações do tamanho do corpo dos adultos, alguns pequenos e outros grandes. Então já está dada a dica que são todos adultos. A primeira ideia, portanto, de que poderia ser um filhote pequeno, um jovem, um adulto, já não vale. No segundo desenho, o que está acontecendo?

Aluno 1: Está pescando.

Maisa: Pescando com uma rede, uma tarrafa, é isso? Então ele jogou a rede e puxou. Vamos ver o que o texto guardou de informação.

[Todos conversam].

Maisa: "Quando são pescados, os maiores são selecionados pelos pescadores, para serem vendidos para alimentação e os menores são devolvidos para água". Então, qual o interesse dos pescadores? Nos grandes, né? Na Figura 3, ele devolveu pra água e o que a

gente observa? Que um bem pequenininho, cujos filhotes também serão pequenos (mais ou menos né). Vocês veem o que aconteceu com o tamanho da população toda, se ele só está retirando os grandes.

Aluno 2: Vai deixar os pequenos vivendo.

Maisa: Então, mas os grandões que ele pescou têm filhotes grandes. Só que ele pescou para alimentação, as pessoas comeram. Dá tempo para os grandes se reproduzirem? Não usou pra comer? Os pescadores venderam os grandes com a finalidade de alimentação, eles foram comidos. Quem foi devolvido pra água?

Raquel (Aluna): Os pequenos.

Maisa: Se os filhotes puxam os pais, qual vai ser o tamanho desses?

[Todos conversam].

Maisa: As pessoas crescem sem parar?

Dona Iraci (Aluna): Não.

Maisa: Quando ficam adultos, param né? Se o peixe é filho de um peixe pequeno, quando chegar à fase adulta pode ser grande?

Dona Iraci (Aluna): Com o tempo, ele vai crescendo como o pai. Mas tem crianças que não crescem, né?

Maisa: Cresce igual o pai. Mas o pai pequeno ou o grande foi devolvido?

Dona Iraci (Aluno): O pequeno.

Maisa: Então vejam bem. Os pescadores devolveram os menores, logo os filhotes serão os pequenos. Se ele pescar de novo, ele vai aproveitar os grandes e vai devolver os pequenos. O que vai acontecer com o tamanho dos peixes ao longo do tempo? Vai sempre diminuindo.

Vamos lá, última figura. Os peixes adultos que foram devolvidos pra água se reproduzem. Entre os seus descendentes, surgem peixes maiores e menores, mas nunca tão grandes quanto os primeiros. Sendo sempre os peixes menores devolvidos pra água, com o passar dos anos, os peixes dessa região se tornam, em média, menores. Entendida a situação, vamos responder as questões. "Os peixes na natureza apresentam variação de tamanho: grandes, médios e pequenos. Qual é a característica de interesse para os pescadores?"

Aluno 2: Os grandes.

Maisa: Então escreve isso. Faça a frase completa: "A característica de interesse para os pescadores é o tamanho grande".

[Todos conversam].

Maisa: Jonas, você pode usar letra bastão. Não precisa colar. Bom, depois disso a Bruna vai fazer a aula lá pra nós [risos]. Façam a lápis, a questão três e a quatro. Só a dupla sozinha, vou dar cinco minutos.

[Todos conversam].

Maisa: Amaury, você me deve um trabalho. Quem é o número três, estou sem a lista. Número três, Carlos, está me devendo tudo. Hoje você me entrega essa folha, hein? Número oito trouxe? Treze, catorze? Vamos lá, chamada.

[Chamada de alunos e conferência de entrega de trabalhos].

[Todos conversam].

[Interrupção da aula - Recado externo (atividades extracurriculares que contam como presença, com participação da comunidade externa: comida, oficinas de hip hop, turbante, capoeira, manicure, Embelleze, palestras, discussão sobre a maioridade penal, religião, terceirização nas escolas, negros, cinema)].

[Todos conversam].

Maisa: Pode fazer a três já? "Por que na natureza, depois de muitos anos, essa população de peixes torna-se, em média, menor em tamanho?".

Aluno 1: Porque os pescadores devolviam os menores.

Maisa: Concordam?

Raquel (Aluna): Eu coloquei que eles tiravam os peixes grandes e devolviam os pequenos.

Maisa: Isso. Basicamente é isso, né? Vamos fazer a quatro: "Quem foi o responsável pela seleção dos peixes?".

Aluno não identificado: Os responsáveis pela seleção foram os pescadores.

Maisa: Isso mesmo. Então quando o ser humano interfere na natureza, modificando a característica e selecionando aquelas que são de interesse pra ele, a gente dá um nome pra esse tipo de seleção. Ela é chamada de seleção artificial, porque tem a interferência (às vezes até inconsciente, sem intenção) do ser humano. Vamos continuar, coloquem aí pra não esquecer. Um dos motivos pelos quais a gente usa a escrita João, é justamente pra ajudar na memória. Senão daqui a uma semana, a gente vai fazer um exercício e não se lembra mais. A gente não tem uma memória tão boa assim.

Rose (Aluna): A data em que ele nasceu e morreu e igual um número de telefone.

Maisa: Ah, vocês permitem que eu continue? Então, estou lendo a questão cinco. É

um trecho de um texto atual, escrito em 2008, dá pra ver lá no final entre parênteses. Significa que é um texto desse autor, o que ele faz nesse trequinho? Reparem que é uma citação, tem distância grande da margem e a letrinha está menor. Lembram-se disso? Quando faço uma citação, isso daqui dá a informação de que é uma cópia de outro autor. Então, podemos fazer cópia, só que temos que escolher um trecho que está destacando uma ideia da gente, tá certo?

Thomas Andrew Knight (1759-1838) que estabeleceu os procedimentos básicos para a realização de cruzamentos verdadeiros entre variedades de ervilhas, desenvolveu no início do século XIX a variedade chamada Ervilha Doce, que está até hoje a venda em freezers de supermercados, além de variedades de morangos, maçãs, peras e muitos outros vegetais. Suas ilustrações de novos cultivares como Pomona Herefordiensis, uma nova maçã amarela com uma mancha avermelhada, apareceram em uma publicação de 1811. Então, ele está falando aqui do final do século XVIII, começo do XIX. A pergunta: "Pela leitura deste trecho, você acha que no final do século XVIII, início do XIX, já havia conhecimento entre os estudiosos sobre a existência de variações dentro das espécies domésticas?". Eles sabiam que existiam variações?

Aluno 1: Sim.

Maisa: Sim, tudo era maçã, mas tinha maçã amarela com mancha vermelha, maçã verde, assim por diante. Então, por que você acha que eles sabiam dessas variações, o que é que eles faziam?

Raquel (Aluna): Pesquisavam.

Maisa: Sim, mas qual era a atividade?

Rose (Aluna): Eles estavam fazendo cruzamentos entre variedades.

Maisa: Isso, então quando eles estavam fazendo esses cruzamentos o ser humano artificialmente obtinha novas variedades. É isso?

Rose (Aluna): É. Então, pelo que ele falou aí é isso o que aconteceu com o peixe.

Maisa: Você acha? Será que alguém estava misturando os peixes no mar?

Rose (Aluna): Professora, quanto tempo tem aquela ovelha lá.

Maisa: A Dolly? Já morreu. Sabe que não lembro. Agora vou fazer uma pergunta pra vocês que não está no texto. Vocês me disseram que Deus criou todos os tipos e esses tipos existiam até hoje, sendo filhos, descendentes dos primeiros.

[Todos conversam].

Maisa: Deixa eu voltar. Nós começamos a aula relembando a aula de quarta e os

comentários da sexta. E a maioria das pessoas tinha dito então que Deus criou todos os tipos que existem e que os filhotes, descendentes atuais são iguais aos primeiros tipos que Deus criou. Agora vocês viram como é que o pescador interferiu no tamanho de uma população de peixes, e viram também que através do cruzamento a gente consegue novas variedades. Novas espécies não sei, mas novas variedades é possível ter?

Vários alunos: Sim.

Maisa: Sim, a Rose acabou de lembrar a Dolly, aquela ovelha. O ser humano acabou clonando, já existia uma ovelha e a gente pegou uma parte dela pra fazer outra idêntica. Então essa ideia está boa para os dias atuais?

[Todos conversam].

Maisa: De onde você não entendeu? Foi um exemplo que a Rose trouxe, de uma ovelha adulta os estudiosos atuais fizeram outra ovelha idêntica a ela, só que mais jovem. Então, o que estou questionando é o seguinte: como é que fica na nossa cabeça aquela ideia de que Deus criou um casal de cada tipo e que hoje a gente só tem os descendentes, semelhantes aos primeiros casais? Fica tudo bem? Não, né? Então agora a gente está saindo das explicações religiosas e entrando em que tipo?

Raquel (Aluna): Ciência.

Maisa: Isso, quando a gente começa a perceber que naquele fenômeno em que estamos estudando, as explicações existentes não estão dando conta, não são coerentes. Estou vendo um tipo, uma variedade de maçã diferente. Eu posso ter certeza de que lá na frente, daqui a alguns anos, não vão ter tipos diferentes?

Aluno 1: Vai ficar menor a maçã professora [risos].

Maisa: Só se for selecionada! Enfim, é razoável perceber que não é tudo igual como foi na Criação. Ocorrem algumas modificações. A Rose falou que isso também acontece com o peixe, mas com o peixe elétrico a gente não tá lá no mar separando todos eles. Se aconteceu com o peixe, quem é que foi responsável por essa modificação no peixe?

Aluno 1: O homem.

Maisa: Como? A gente tá lá pescando os peixes elétricos? Quem seria responsável, Deus?

Josenildo (Aluno): Não.

Maisa: Quem vocês desconfiam que fosse o responsável?

Rose (Aluna): A natureza.

Maisa: Então você está dizendo que é possível ocorrer uma seleção sem a interferência do homem?

Rose (Aluna): Acho que o homem interfere muito.

Raquel (Aluna): Acho que foi ele quem descobriu.

Maisa: Sim, o que é descobrir?

Raquel (Aluna): Encontrar o peixe, fazer um teste e descobrir a eletricidade.

Maisa: Isso, mas isso foi uma explicação que ele construiu ou ele descobriu do nada. Foi um homem só que fez isso?

Aluno não identificado: Não, diversos.

Maisa: Isso, foi um processo. Muita gente estudando, escrevendo, publicando, discutindo. Percebem que a gente de novo está em um impasse e que temos ideias diferentes. Ainda pode ter gente que diz que Deus cria a espécie quando ele quer. Tem gente dizendo que a natureza se encarregou de fazer uma seleção e tem gente que diz que mesmo a seleção dos peixes elétricos é Seleção Artificial. Bom, essas três ideias terão que ser colocadas em debate.

Josenildo (Aluno): Tem gente que diz que Ele continua criando? Mas Ele criou uma primeira vez e está multiplicando, não criou mais não.

Maisa: Então, e estou te perguntando: como é que aparece uma maçã amarela com uma mancha vermelha? Quem criou?

Josenildo (Aluno): É o cientista que faz a mistura, cruza uma planta com a outra.

Maisa: Isso, é uma Seleção Artificial. E os órgãos elétricos, tem algum cientista que tá lá dentro do mar fazendo o cruzamento?

Vários alunos: Não.

Maisa: Então quem foi?

Josenildo (Aluno): Foi Deus.

Raquel (Aluna): Foi Deus do céu, jogou um raio.

Maisa: Deus jogou um raio? Bom, agora a gente vai pensar, estávamos falando das identificações.

Raquel (Aluna): [inaudível] ...nunca falo nada, e quando falo ele diz que estou errada. Por isso que eu não respondo, é sempre assim.

[Todos conversam].

Maisa: A gente viu que os pescadores podiam interferir no tamanho, depois a gente viu vários exemplos de aparecimento de vegetais, Ervilha Doce. Quem está fazendo a

seleção e fazendo aparecer essas variedades? O ser humano, para o interesse dele. Agora eu pergunto: essa nova maçã amarela com mancha vermelha, foi Deus que criou?

Aluna não identificada: Não.

Maisa: Que difícil, né? A gente vai ter que deixar essa ideia religiosa e começar a ideia científica. Eu não estou dizendo que sou contra a sua crença, nem de ninguém. Só estou dizendo que o cientista, o estudioso, chega num ponto em que fica num impasse. A gente está nesse impasse agora.

Josenildo (Aluno): Você está querendo dizer é que com uma maçã vermelha e outra branca pode dar uma amarelada, ele juntou as duas?

Maisa: Pode ser.

Josenildo (Aluno): Da mesma forma que tem uma alface branca e [inaudível]. Já viu isso?

Maisa: Isso.

Aluno não identificado: Mas como que ele colocou dentro de um peixe se [inaudível].

Maisa: Foi isso o que a Raquel falou. Ele joga um raio, faz uma mágica e coloca esse órgão elétrico dentro do peixe.

Raquel (Aluna): Um raio não pode causar um choque elétrico?

Maisa: Pode, é uma explicação. Então existem nessa sala de aula algumas explicações que dizem que os órgãos elétricos surgiram por criação de Deus. Existem outros que estão dizendo assim: se existe uma Seleção Artificial pode existir também uma Seleção feita pela natureza. Isso não quer dizer que a Edileuza, a Rose e esse grupo estão dizendo que Deus não fez a natureza. Pode ter feito a natureza e ela continuou. Se a gente for sempre buscar a causa primeira, a gente nunca vai entrar num acordo. Então chegou o momento em que a gente vai entrar na explicação científica.

Raquel (Aluna): Deus deu ao homem a sabedoria.

Maisa: Se Deus deu essa sabedoria, ele deu várias né? Uma delas pode ser fazer Ciência?

Raquel (Aluna): Pode.

Maisa: Então eu não vou entrar aqui nesse debate, cada um vai fazer a sua opção. Mas eu estou dando aula do que aqui, Religião? Eu sou pastora, padre?

Vários alunos: Não.

Maisa: Eu estou dando aula de Ciências, então a gente vai ter que entrar nela.

Agora vocês se coloquem na situação de um estudioso. Como que ele pode me dar certeza daquilo que está acontecendo? Por exemplo: pesca o peixe, devolve os pequenos, pesca de novo, devolve os menores. Ao longo do tempo toda a população vai ficar menor, isso é um dado da prática deles. Como aqueles que falavam que o peixe dava choque, lembram? Aí os estudiosos fizeram uma série de procedimentos para verificar a veracidade do que os pescadores estavam falando, lembram? Levar uma testemunha, ir lá, tocar e etc. E agora, o que vocês acham que eles fariam para confirmar que existe uma Seleção Artificial? Observa o fato na natureza e faz o quê?

Aluna não identificada: Deixa a natureza agir.

Maisa: Sim, mas é isso o que faz a investigação científica?

Jonas (Aluno): Não professora, é estudando né?

Maisa: Estudar como Jonas?

Jonas (Aluno): Ver de perto o peixe, mas não no habitat dele, vai colocar em outro lugar.

Maisa: Isso, vai tirar o peixe e colocar noutro lugar para fazer o quê?

Jonas (Aluno): Estudar dia após dia.

Maisa: É isso gente?

Vários alunos: Sim.

Maisa: Mas a gente não vive na água, será que é válido usar um animal terrestre? Se ele está longe do mar, ele pode pegar outro tipo de animal pra estudar e ver se acontece essa seleção da natureza?

Joseílton (Aluno): Mas ele não fez essa pesquisa só no aquário? Ficou pesquisando [inaudível]. Ele se especializa, [inaudível], faz a experiência da água, oxigênio, e leva o peixe para o aquário [inaudível], vê a medida certa do sal na água.

Aluno não identificado: Pode colocar num aquário com água salgada, com a água do mar.

Maisa: Trazer a água do mar pode sim. Tudo o que vocês falaram pode ser feito, mas os primeiros cientistas lá no século XIX, poderiam usar peras, maçãs, ervilhas doces, gato, cachorro, gado, ovelha para estudar variedades? Seria mais fácil usar esses tipos ou seria mais fácil ir lá na água e estudar os peixes?

[Todos conversam].

Maisa: Acho que não estou me explicando direito, o que quero dizer é o seguinte: a gente viu que existe uma Seleção que é chamada de artificial, com um exemplo empírico,

os pescadores estavam fazendo. Qual é a diferença para os estudiosos? O Jonas falou, eles têm que fazer os estudos num outro lugar, vocês quase chegaram lá. Eu vou ajudar, eles precisam fazer um estudo sistemático, mais de perto, para poder demonstrar que o homem está modificando e criando variedades. O cientista precisa também documentar isso, se ele documentar que o homem faz uma Seleção Artificial ele pode fazer uma comparação com a natureza? Ela agindo como o homem, também fazendo uma seleção?

Rose (Aluna): Sim.

Maisa: Os outros aceitariam? Vocês aceitariam?

Rose (Aluna): Se ele me comprovasse, com certeza.

Maisa: Então vamos ler outra obra aqui, na Atividade 2. "Leia o trecho do capítulo um do livro A Origem das Espécies e observe as figuras". De novo é uma citação, com letra menor e distância da borda. É uma citação que eu escolhi, vocês podem copiar um autor. Mas tem que dizer quem é e de onde você copiou. Senão você está fazendo uma falsificação, uma fraude. Roubando as ideias dos outros. Ele escreve assim, lembrem que é no século XIX e não é uma linguagem como a nossa: "Acreditando que é sempre melhor estudar algum grupo especial, interessei-me pelos pombos domésticos". Este grupo aqui do Josenildo defendeu estudar peixes, o Jonas defendeu estudar tubarão. É um grupo especial, não dá para estudar todos. "Guardei toda a raça que pudesse comprar ou conseguir e fui agraciado com remessas de vários cantos do mundo. Juntei-me a vários conhecedores eminentes e a dois clubes de Londres. A diversidade das raças é impressionante, os naturalistas estão corretos em sua opinião de que todos descendem do Pombo da Rocha". Na primeira figura está meio ruinzinho, mas eles estão numa gaiola cheia de [inaudível], eles têm umas cartolas também, umas casacas, guarda-chuvas, chapéu. É uma exposição de pombos realizada na metade do século XIX, daí no lado direito tem alguns pombos premiados. Eles são muito diferentes, olhem: tem um que tem uma cauda que parece um leque. O outro tem a cabecinha escura, o outro é todo escuro, a gente mal sabe se é tudo pombo. Embaixo tem uma figura do Pombo da Rocha e quatro setinhas, puxando para quatro tipos de pombos diferentes. Então, o tipo é "Pombo" e os outros quatro são variedades.

Aluna não identificada: São primos.

Maisa: Quem está criando esses "primos"? O ser humano, então é uma Seleção Artificial. Vamos responder a questão: "Quem é o responsável de maneira inconsciente pelo aparecimento das variações domésticas?".

Vários alunos: O ser humano.

Maisa: Isso. Depois: "As variações de pombos domésticos surgiram a partir de um ancestral comum, qual é o nome dele?".

Vários alunos: Pombo da Rocha.

Maisa: Isso. Vamos terminar, isso ele escreveu no Capítulo 1, ele passou um capítulo inteiro mostrando tudo o que ele estudou de pombos para chegar à conclusão que todos os pombos diferentes de colecionadores, todos aqueles que ele ganhou, tinham só um ancestral: o Pombo da Rocha. Então seria assim, se Deus tivesse criado um quem que ele criou?

Rose (Aluna): o Pombo da Rocha.

Maisa: E quem que criou todas as variações?

Vários alunos: O homem.

Maisa: Isso, o ser humano dotado de sabedoria.

[Todos conversam].

Maisa: Aí no Capítulo 2, eu tirei um trecho para simplificar. "As muitas pequenas diferenças nas proles, podem ser chamadas de individuais. Essas diferenças individuais são da maior importância e fornecem materiais para a Seleção Natural". O que é essa seleção?

Aluna não identificada: A natureza.

Maisa: Isso, agir e acumular da mesma maneira que o homem acumula diferenças individuais em suas produções domésticas. Então me parece que a Rose teve a mesma ideia que esse autor aqui, não é? "Algumas dessas diferenças individuais que surgem ao acaso na prole". "Ao acaso" tem o dedo de Deus Raquel?

Raquel (Aluna): Tem. Ah professora, eu parei até de falar porque toda vez que eu levantava a mão não me deixaram falar e todos ficavam falando de forma mal educada.

[Todos conversam].

Maisa: Acho que você confundiu. Na aula eu sempre ouvi vocês no debate. Chamei a atenção quando a Márcia estava dando recado, aí você tem razão.

Raquel (Aluna): Mas eu tentei falar várias vezes e não me deixaram aqui.

Maisa: Você não falou? Eu vou dizer que sim, eu dei atenção, que Deus recebe um raio.

[Todos conversam].

Maisa: Vamos lá, "...uma das diferenças individuais que surgem por acaso na prole

podem ajudar os organismos a sobreviver num determinado ambiente. Num certo ambiente as variações podem ser favoráveis na luta pela sobrevivência". Ou seja, ele pode nascer com uma característica que faça com que ele tenha mais chances de sobreviver e mais chances de deixar filhotes. Se ele tem mais chances, os filhotes vão ser parecidos com quem?

Aluna não identificada: Com os pais.

Maisa: Isso, com essa variação nova que surgiu. Os mais aptos tem mais chances de sobreviver e se reproduzir. As variações favoráveis são herdadas pelos descendentes, logo, dentro de um certo tempo e depois de várias gerações, milhares de anos, as variações favoráveis se acumulam na população. Os organismos da população que as possuírem se tornam mais aptos para esse meio ambiente. Gradualmente a população se torna tão diferente da espécie original que constituirão uma nova espécie. Isso é chocante? Como vocês veem essa ideia?

Joseílton (Aluno): É a realidade né?

Rose (Aluna): Formar novas espécies de peixe é chocante.

Maisa: Mas olha o que a gente escreveu aqui. A população é tão diferente da original que constituirão uma nova espécie. Como é que fica a ideia de que Deus criou uma espécie original? Ela pode se transformar numa nova?

Joseílton (Aluno): Mas a senhora não falou do cruzamento entre espécies diferentes?

Maisa: Aí são variações.

Joseílton (Aluno): Então, mas [inaudível] uma espécie só e tem cada tipo de peixe. Se eles cruzam com peixes diferentes vai nascer uma nova variedade, como o peixe-boi que pode ser, sei lá, uma mistura de foca com leão marinho.

Maisa: Ele está falando da natureza, que surge uma espécie de outra sem a interferência do homem ou de Deus.

Joseílton (Aluno): Deus fez o cavalo e a égua. Mas não fez a mula, sabe como ela nasce? Cruzamento de jegue com égua.

Maisa: Mas a mula pode ter mulinhas?

Vários alunos: Não.

Maisa: Então, de acordo com o que estamos entendendo aqui, o jegue é uma espécie, a égua é outra e a mula é uma variação. Aqui está dizendo que aparece uma nova espécie, como se a mula pudesse fazer outras mulas. Bom, nós continuamos amanhã.

[Todos conversam].

Maisa: O filhote pode nascer com uma variação que seja favorável naquele lugar. Então entre ele e os descendentes quem vai sobreviver?

Aluno não identificado: O filhote. Por isso que pode ser que tenha nascido o peixe elétrico?

Maisa: Pode ser, no filhote.

Aluno não identificado: Isso, nasce no filhote. Então ele pode nascer com uma variedade diferente, com sintomas de eletricidade?

Maisa: Pode.

Aluno não identificado: Então pode ser daí a origem dos órgãos elétricos!

Maisa: Pode, mas como a gente pode testar isso? Que evidências você tem? Você viu isso acontecer?

Aluno não identificado: Não, eu imaginei aqui. Um peixe na escuridão, um lugar diferente, acuado ou preso né? E o filhote nascer diferente, com um órgão totalmente novo e acostumado com aquele habitat novo. Então a origem dos órgãos do peixe elétrico pode ser algo parecido. E aí não tem a mão de Deus nessa história, é um acaso.

Maisa: E agora o que você vai falar para o seu pastor? [risos].

Aluno não identificado: Não tenho pastor.

Maisa: Ainda bem.

Aula 13 – QUESTÕES EXPLORATÓRIAS I E II - Transcrição do Arquivo 701_0082.wma

[Nota: Aula do dia 09 de julho: Avaliação].

Maisa: Descansaram bastante? Boa noite, eu vi você hoje na casa de [inaudível].

Aluno 1: É que eu faço carroto né, qualquer coisa eu faço.

Maisa: Bom saber, eu estava precisando. João, cadê você? Nada de desistir, hein?

[Todos conversam].

Maisa: Você quer que eu leia pra você? Tudo bem, só que antes eu vou fazer um [inaudível]. Na última aula eu fiz uma revisão, lembram? Dei um exemplo, fiz uns desenhos. Então, hoje vocês vão fazer um exercício no papel para eu recolher. Atendendo aos pedidos de vocês, eu faço junto. Daí vocês me esperem. Vão colocando nome. É

impressão minha ou o 3º A está minguando?

Aluna 2: É que eles já deram férias pra eles professora.

Maisa: Bom, então a gente vai fazer uma atividade hoje, mas não fiquem preocupados. Se errar, não fizer direitinho, eu vou conversar com cada um para entender o que você pensou. A gente vai fazer juntos, até pra entender como se organiza uma avaliação escrita, tudo bem? A primeira questão está dando uma instrução: "Observe cuidadosamente as figuras A e B a seguir e que explicam a origem das espécies ao longo do tempo". Então olhem para a figura A, o tempo está passando de sua mão esquerda para a direita, da mesma forma que a gente lê. Se fosse escrito em japonês como eles leriam?

Aluna 2: Da direita pra esquerda.

Maisa: Isso, é diferente a escrita e a organização do caderno. Essa é a nossa, então eu posso ou não dizer que o tempo está passando da esquerda para a direita. Aqui eu optei por não colocar uma flecha, mas eu poderia. Vocês vão olhar atentamente as duas figuras, aí vem a pergunta e o espaço para a resposta. "Qual das duas figuras explica melhor a origem da diversidade de tipos ou diversidade de espécies segundo a Ciência atual?". Você vai escrever se é a "A" ou a "B" e justificar, tudo bem? A figura A está explicando qual é a origem dos diversos tipos de seres vivos...

Edileuza (Aluna): Tubarão, sapo, calango e o passarinho.

Maisa: Muito bom. Observa o peixe, o sapo, o calango e o passarinho ao longo do tempo. Não fala mais Edileuza, só observa. Embaixo?

Edileuza (Aluna): Tubarão, sapo, jacaré, dinossauro e o passarinho. Tá, comparando o "A" com "B" tem diferença?

Vários alunos: Tem.

Maisa: Tá, segundo a Ciência atual, - lembra que eu fiz essa discussão? - qual seria a figura que, para você, melhor explica a origem de tantos tipos diferentes de seres vivos nos dias de hoje.

Edileuza (Aluna): Qual a figura que mudou muito de lá pra cá?

Maisa: Não, qual das duas figuras está explicando a origem das espécies, segundo a Ciência? É individual. Não se preocupem se errar, tem sim uma resposta que a maioria das pessoas acredita ser a correta hoje, mas se você não chegou lá, não tem problema. Depois eu vou perguntar por que você pensou assim, tá?

Aluno 1: Professora, a gente está estudando os peixes e os pombos. Mas o sapo a gente não está estudando, nem os lagartos.

Maisa: Tá, qual que é a melhor das figuras, considerando o que a gente está estudando? Observa o que aconteceu ao longo do tempo com os peixes. Estão iguais ou modificaram?

Figura B, porque ao longo do tempo foram surgindo várias espécies? Ok Josuel, espera o pessoal terminar.

Terminou Raíssa? Não.

Raissa (Aluna): Tem uma segunda?

Maisa: Tem o outro lado da folha, mas espera um pouquinho. [Juliva], já decidi qual das duas explica melhor?

[Juliva (Aluna)]: Ainda não, professora. Eu estava achando que era a “A”, mas agora a “B”. A “B” tem mais quantidade.

Maisa: Edileuza que estava cheia de dúvidas está enchendo a folha. Seu João não vai desistir. O que aconteceu com os peixes?

Seu João (Aluno): Estão correndo.

Maisa: Mas eles estão mudando?

Não entendi a letra, leia pra mim.

Aluno 7: "Porque o homem mexeu na evolução dos animais". Está errado?

Maisa: Não sei. Vamos ver o que a Edileuza escreveu.

Edileuza (Aluna): "O tubarão era um peixe que não tinha tanta aproximação com o ser humano e também o ser humano era mais distante dos tubarões".

Maisa: Isso na Figura A. E na "B"?

Edileuza (Aluna): Bom, escolhi a “A”.

Maisa: Tá, o que eu não consegui enxergar aqui é onde está o tubarão e o ser humano.

Edileuza (Aluna): Não tem o ser humano, ao longo do tempo o tubarão se aproximou mais do ser humano e [inaudível].

Maisa: Por que não seria a Figura B?

Edileuza (Aluna): Porque esses já não têm mais, os dinossauros entraram em extinção. Aí eu vi que o sapo não teve tanta Ciência com ele. O tubarão está aqui e eu pensei em usar. E que esse negócio de Ciência é complicado, não entendo nada.

Maisa: "Porque tem mais variedade de seres... humanos" ou "seres vivos"? Ser humano é um tipo só né?

Aluna 8: Isso, seres vivos. Essa palavra está certa?

Maisa: Está certinho. Pronto gente? "Em B a origem são os peixes que contém [inaudível] produção e os cientistas...".

Aluna 9: Não sei.

Dona [Iraci] (Aluna): Pode falar alguma coisa sobre a Figura A?

Maisa: Pode o que você quer falar sobre ela? Essa ideia da Figura A também é da Ciência atual? Por quê?

Dona [Iraci] (Aluna): Porque tem o peixe.

Maisa: E tem o sapo, o calango, o passarinho... Seu João, como a Ciência explica o surgimento dos seres vivos? A Figura A tá mais perto ou a "B"?

Seu João (Aluno): A "A", está mais próxima. Está em cima e bem mais próximo, por causa do tubarão.

Maisa: Tudo bem. Gente, podemos passar para a dois? Então, ela está no verso.

Seu Jorge (Aluno): "A Figura B tem uma [inaudível] porque tem mais quantidade das espécies vivas, dando continuação à vida".

Maisa: Ok, é sua justificativa e está bem justificado. E se ao invés de eu ter perguntado desse jeito eu tivesse perguntado assim: "Qual das Figuras é mais parecida ou explica melhor a origem dos seres vivos de acordo com a Bíblia?". "A" ou "B"?

[Todos conversam].

Edileuza (Aluna): Na verdade, professora, nenhum desses está na Bíblia. Só o peixe, a cobra...

Maisa: E como surgiu o sapo? Vamos fazer a dois, virem a folha. "Observe a figura que representa a origem das variações em pombos domésticos". A gente discutiu isso, né?

Vários alunos: Sim, essa é mais leve.

Maisa: "Circule o ancestral comum e explique como teriam surgido as variedades de pombo doméstico segundo a Ciência atual".

[Todos conversam].

Maisa: É o pombo normal, gente. Pode escrever do lado dele, o ancestral comum seria o pombo da rocha. Os cientistas discutiram, lembram, como teriam surgido as variações? Tem uma palavra.

Aluno 12: Seleção natural?

Maisa: Mas essa foi natural? Por que não foi natural? Escrevam gente.

[Todos conversam].

Maisa: Conseguiram circular qual era o pombo ancestral comum? Tem um que parece um peru ou um pavão, né? Vamos lá gente, como surgiram os novos tipos de pombos, tantas variações, de acordo com a Ciência atual?

[Todos conversam].

Aluno não identificado: Não foi seleção artificial professora?

Aluna não identificada: A gente viu isso na aula, você passou na lousa e a gente fez no caderno.

Maisa: Nossa, tenho uma advogada hoje. O que é justo é justo. Pronto, gente?

Edileuza (Aluna): Essas aulas de Ciências são estranhas.

Maisa: O que você achava que iria estudar em Ciências?

Edileuza (Aluna): Ah, eu não sei disso [inaudível].

Maisa: "O [inaudível] artificial", escreveu certo. Vocês vão gostar mais ainda de Ciências, cada vez mais. Lembra quando eu dizia pra vocês, o que vocês achavam que poderia ser a Ciência? Que era abrir o livro e as coisas estavam prontas?

[Todos conversam].

Edileuza (Aluna): Até inglês eu estou fazendo mais certo do que Ciências.

Maisa: Mas eu falei alguma coisa que estava errado, algum dia? Por que você acha que está errada? Lembra quando eu disse pra vocês que, se a gente ia encontrar a Ciência prontinha no livro?

Edileuza (Aluna): Não, é... algo que a gente vai construindo.

Maisa: Então, se você for cientista não dá pra ter as respostas prontas.

Aluna não identificada: Acho que quero me especializar em artes.

[Todos conversam].

Aluno não identificado: Eu coloquei: "Seleção natural com [inaudível], com o pombo da rocha, com variação da espécie".

Maisa: Sim, mas porque você chamou de seleção natural?

Aluno não identificado: Bom, porque uma parte a natureza fez.

Maisa: Mas por que surgiram essas variedades, teve interferência do ser humano?

Aluno não identificado: Sim.

Maisa: E aí como chama? Quando o ser humano não põe o dedo e quando ele faz os cruzamentos e escolhe uma coisa que interessa? Tinha um nome, não é?

Aluno não identificado: Sim, aí eu estou tentando lembrar. Porque nas árvores seria como o enxertamento das plantas. Agora nesse daqui, eu não consegui lembrar.

Maisa: Mas a palavra "natural" está errada?

Aluno não identificado: Sim, tá errada.

Maisa: Então pra mim já está bom. Agora, se não lembrou procure a palavra pra colocar no lugar. Raíssa terminou? Por que você assinalou este daqui? Ele é comum aos outros, dá origem para os outros?

Raissa (Aluna): Sim.

Maisa: Tudo bem, obrigada. Já entregou Amaury? Gente, quem acabou eu já soltei. Pode ir.

[Todos conversam].

Aula 14 – QUESTÕES EXPLORATÓRIAS III E IV – Transcrição do Arquivo 701_0083. wma

[Chamada de frequência e conversa sobre o final de semestre].

Maisa: Ao pedido de vocês, vocês tinham pedido que eu leia, vocês lembram? E aí vocês respondem e eu leio pra ajudar, não foi isso? Então eu vou ler, dar o tempo pra vocês responderem, e se tiverem dúvidas, levantem a mão e eu atendo. Nós passamos, foi o exercício de ontem... da girafinha. Então vamos lá? Podemos começar? Então estávamos começando pelo três, algarismos romanos, que é o menor. Observe a figura: tem duas girafas adultas, não é macho e fêmea, são do mesmo sexo. Tem alguma diferença entre elas?

Aluna 1: Tem, uma é maior que a outra.

Maisa: É maior o corpo ou o quê?

Vários Alunos: O pescoço.

Maisa: O pescoço. Então tem uma de pescoço cumprido e outra de pescoço curto. E o que que elas estão fazendo? Estão comendo as folhas da acácia. Essa árvore chama-se Acácia. Então as girafas se nutrem das folhas da acácia. As duas alcançam, não alcançam?

Aluna 1: Só uma alcança.

Maisa: Isso. Então são essas observações que vocês têm que fazer no desenho. Ontem vocês tiveram uma série de dificuldade com a interpretação do desenho, então hoje eu estou dando mais uma "canjinha" pra vocês. Depois a gente volta pra discutir as questões de ontem no desenho. Tá bom? Qual das variações de girafa tem mais chance de conseguir comer as folhas da acácia e sobreviver? As de pescoço curto, que eu vou

chamar de A, ou as de pescoço longo, que eu vou chamar de B? O que vocês acham, escrevam aí. A ou B? Escreve só a letra: A ou B. A é pescoço curto e B é pescoço longo. Quero lembrar a vocês que eu sempre gravo a aula. A ou B? Por quê? Respondam em silêncio. Se tiverem dúvida, levantem a mão. Qual a sua dúvida, seu João? Você escolheu B, por quê?

João (Aluno): Escolhi B, por que ela tem mais chances de vida. Ela consegue se virar mais pela altura. A menor já não tem essa possibilidade que a outra tem, a outra é mais superior. Essa fica na espera e ela não está conseguindo e a outra...

Maisa: Eu sei que o senhor fica preocupado com a escrita não é? Não vai desistir, está boa a sua resposta. Se o senhor precisar de mais tempo pra escrever não têm problema. Tempo não é problema pra nós. Então vamos repetir. Vocês observaram a figura, eu ajudei, primeiro a procurar a diferença entre as duas girafinhas, começa por aqui. Qual a diferença entre elas, elas são da mesma idade, são adultas. Vejam que as perninhas têm a mesma altura e o corpinho, e procure uma diferença entre elas. Qual é a diferença? O tamanho do quê? Do pescoço. Aí na pergunta eu vou me referir a isso. Qual das variações de girafa tem mais chance de conseguir comer as folhas da acácia e sobreviver? As de pescoço curto, que eu vou chamar de A, ou as de pescoço longo, que eu vou chamar de B? Escrevam aí. A ou B? Aí quando você escolher, justifique, explique por quê. Bom, ao longo do tempo e de muitos e muitos anos, que tipo de girafa vai deixar descendentes, descendentes são filhotes não é, e vai ser selecionada. Qual vai ter sucesso pra comer e vai deixar filhotes. Porque quem não consegue comer, o que acontece? E quem morre de fome consegue deixar filhote? E se deixar filhote de pescocinho curto, o que vai acontecer com ele, vai conseguir comer? Não, vai morrer também.

Aluno 3: Vai comer capim.

Maisa: É, ou muda de dieta. Mas se muda de tipo de dieta dá uma dor de barriga. Tem alguns animais que consegue mudar o tipo de dieta. Vocês acham que quem consegue mudar o tipo de dieta tem mais chance de sucesso ou tem mais chance de sucesso quem é mais exigente e não consegue mudar a dieta?

Aluna 4: Quem não consegue mudar de dieta morre.

Maisa: Morre, se não conseguir mudar a dieta morre mesmo. Isso aí. Bom, então explique com as suas palavras, ao longo do tempo, quem vai ser selecionado? A girafa de pescoço curto ou a de pescoço longo? Eu tenho uma curiosidade. Nesse caso de seleção, que não tem um ser humano alimentando a girafa ou interessado na criação de girafa, que dê mais

leite, que dê mais cria. Quem é que está selecionando a girafa?

Aluna 5: O Homem.

Maisa: É o Homem?

Aluno 3: A Natureza também.

Maisa: A Natureza também ou só a natureza? Não tem cerca, elas estão na natureza. Então como é que se chama essa seleção?

Aluno 6: Sobrevivência da mata...

Maisa: Sobrevivência do que for mais capaz de comer. Agora tentem descrever isso com as suas palavras. Que às vezes a gente tenta falar, mas a dificuldade vem na escrita. Qual poderia ser uma evidência de que existia girafas de pescoço curto que não sobreviveram nesse ambiente de árvores altas? Qual o documento que poderíamos procurar pra dizer que existiam sim, girafas com o pescoço mais curto. Então, se você é um cientista você tem que procurar uma evidência pra convencer. O que você procuraria?

Vários Alunos: Fósseis; ovos; restos mortais.

Maisa: Não sei. Então escrevam. O quê vocês acharem melhor, como evidência pra poder convencer os outros colegas. Qual é a evidência, como é que você poderia, se quisesse um convencer que existiram girafas de pescoço curto que desapareceram, qual é a evidência que vocês vão procurar? Como é que você sabe se no passado existiam dois tipos de girafas? Como é que você vai buscar a evidência disso? Dá pra entrar numa nave e viajar no passado?

Aluno 6: Então eu vou colocar aqui, não sei.

Maisa: Então coloca não sei. É muito complicado a gente querer estudar o passado do planeta, não é uma coisa simples, é um desafio. Tem a última. É uma história em quadrinhos. Alguém quer ler? Raquel, leia para mim, por favor.

Raquel (Aluna): Variação no estado do meio [inaudível].

Maisa: Aí tem um velhinho de barba branca, e o que ele tá falando?

Raquel (Aluna): "Fazendo os cruzamentos certos, o homem consegue que os animais e as plantas tenham características que deseja".

Maisa: Aí está dizendo da vaca leiteira...

Raquel (Aluna): "Suas tetas são resultado de seleção artificial. Sabia que não eram naturais".

Maisa: Aí está a mulher falando...

Raquel (Aluna): O fazendeiro escolhe o porco mais gordo para ser o reprodutor.

Maisa: Aí o porco fala assim: gordo não, fofinho.

Raquel (Aluna): E por aí vai. Na natureza, quem faz a seleção não é o homem, é a luta pela existência.

Maisa: Isso. Então aqui, estamos numa história em quadrinhos, meio que resumindo aquela última discussão da semana passada. Aí eu pergunto pra vocês. Esse velhinho de barbas brancas aí, ele se chama Darwin. Darwin descobriu a origem das espécies ou foi uma ideia desse estudioso baseada em evidências pra explicar a origem das espécies? Foi uma descoberta ou foi uma ideia construída? Escreva como você entende a explicação científica que hoje em dia ainda é aceita sobre a origem das espécies. Você acha que as coisas são descobertas ou que a ideia dele é uma construção, ele criou essa explicação. Porque vocês usam muito a palavra descoberta, então eu queria entender o que é a palavra descoberta. Vocês lembram-se das discussões que vínhamos fazendo. E quem terminou pode me entregar e se preparar para a aula de... matemática.

[Conversas, alunos entregando atividade e demais dúvidas individuais].

[Troca de turma].

Maisa: 4ºD, boa noite!

[Alunos entrando na sala, conversas preliminares].

Maisa: Esse primeiro exercício, vocês fizeram, Roseli e o seu grupo fizeram até um desenho, junto com as respostas. Ele é o desenho, um esquema de uma usina hidrelétrica. Tem aqui, o reservatório, o vertedor é uma barragem onde a água cai de uma certa altura, vendo o esquema, passa por uma turbina que está ligada ao dínamo, que vai produzir energia elétrica. Então essa figura é só pra vocês saberem a sequência: da esquerda pra direita, como a gente lê. Aí tem as frases, numérico, dentro dos parênteses, colocando na sequência correta, os passos da obtenção de energia elétrica. Vale dois pontos. Não rasure, leia com atenção. São cinco frases, pega essas cinco frases e coloca numa sequência de modo a fazer sentido.

Então vocês vão numerar de 1 a 5. Na segunda, diz assim: Nas cidades, a energia elétrica pode ser transformada em outros tipos de energia por meios de aparelhos ou meios de transporte. Fizemos este exercício. Então você vai escrever o que se pede. Por exemplo, qual é o aparelho que você tem dentro de casa, dentro da escola que tem luz, que transforma a energia elétrica em energia luminosa? Na letra B, em energia térmica; na letra C, em energia sonora, energia química, energia de movimento. Era aquela lista que

fizemos, lembram? Quais os aparelhos que usam energia elétrica, tinham mais de cem coisas aqui. Depois fizemos um quadro, separando, vocês podem consultar também as anotações.

A terceira também vale dois pontos. Se ocorrer um período de seca na região da barragem, é onde o rio está represado, qual será a consequência na obtenção da energia elétrica? Vai conseguir, não vai conseguir? Explique. É para numerar dentro do parêntesis, de 1 a 5. Você tem cinco frases. E a última é a que vale mais, e não precisa nem ter assistido aula. Ou seja, estou fazendo bastante esforço pra ajudar vocês. Tem os depoimentos de uma costureira, de um açougueiro e de uma dona de casa. Vocês vão ler esses depoimentos, se alguém precisar pedir pra eu ler em voz alta, eu leio. Aí a pergunta é: "Pessoas como a Dona Inês, que não se sentiram prejudicadas em momentos de crise, também devem colaborar economizando água e energia elétrica. Ponto, é uma afirmação. Estou dizendo que tem que colaborar, e aí vocês vão justificar, por quê que essa pessoa precisa colaborar, mesmo que ela não tenha sido prejudicada como os outros estão se queixando. Se não se lembrar de nada disso, se não conseguir, vale você me dizer três maneiras que você usa pra economizar água ou energia elétrica. É isso. Conhecimento do dia-a-dia. Boa sorte, eu recolho antes do intervalo, vocês jantam, e voltam pra terminar.

[Conversas, alunos fazendo atividade, dúvidas individuais e discussão sobre um campeonato/torneio].

APÊNDICE K – TRANSCRIÇÃO DA VALIDAÇÃO DA SD E DAS QUESTÕES EXPLORATÓRIAS PELO GHBE PARA ENSINO MÉDIO E PROJETO-PILOTO EJA SÉRIE FINAL.

Arquivo 701_0063.wma

[Conversas preliminares]

Maisa: Eu trago os problemas que vinham surgindo lá no sec. XVIII. Os fósseis, como explicar o aparecimento de fósseis e, na sequência veio a variação dentro da espécie, a seleção artificial. Então eram dois fatos novos pra quem entendia que o mundo tinha sido criado por Deus. Essa atividade também foi sugestão do grupo que eu mudasse e eu mudei...

Rosa: Essa leitura você faz com os alunos?

Maisa: Faço com os alunos, e aí eu deixei como estava, apesar de ter mudado todas as anteriores, o que vai acarretar mudança aqui. Mas o que eu trouxe de interessante é uma discussão sobre o quê que esses fatos vão fazer para os estudiosos do século XVIII. Então aqui eu digo assim, que as atividades dos estudiosos ainda eram as mesmas, agora a gente já tá no fim do século XVIII começo do século XIX. Eles continuam observando, anotando, viajando, etc.

Aí eu chamo um pouquinho a discussão do Cuvier e do St. Hilaire. O Cuvier vai olhar, são as ossadas dos mamutes e chegar a conclusão de que chega a uma espécie extinta, diferente dos elefantes, tanto africanos quanto os asiáticos, então ele admitia que tinha a catástrofe que levaria a espécie em extinção, de modo que não podia mais ser encontrado em nenhum lugar na Terra. Ai depois dessa grande catástrofe, as espécies eram criadas de novo, pra repor as que desapareceram, e o St. Hilaire, dizia que não, porque ele procurava semelhanças, procurava uma unidade de composição, então ele dizia que existia uma unidade "tipo" e aí, surgiam essas variações: o mamute, o africano e o asiático seriam variações.

Isso aí ficou super famoso, então eu só queria chamar atenção que a ideia de transformação estava no ar. Essa era a sequência que estava antes de nós termos mudado um pouco. O quê que eu vou trazer: de que vai aparecer uma última novidade, tá lá embaixo, que o Wallace vai viajar pela América do Sul e ao arquipélago do Himalaia...

Rosa: Na realidade ele só esteve no Brasil. [inaudível] todas as ilhas do arquipélago do Himalaia

Maisa: Que hoje é Himalaia? E Indonésia, né? E o Darwin ao redor do mundo.... eu coloquei por 5 anos.

Rose: Alguém trabalhou muito por ele. Ele tinha grana... o que ele conseguiu, como diz em sua autobiografia, ele reverencia muito ao pai dele... "gastei fortunas do meu pai nessa viagem ao redor do mundo...".

Maisa: Eu posso fazer uma fofoca? (...) Aí eu disse assim, que eles chegaram a uma mesma explicação, mas não falei qual era a explicação. Aí tem o Mamute, têm os desenhos, o pessoal já tinha visto que tá em Italiano, pra retirar, o pessoal já tinha sugerido pra retirar, mas eu deixo, quando você trabalha com EJA é interessante deixar em outra língua, para que ele perceba que ele sempre vai ter essa mesma situação diante uma nova língua, ele é analfabeto de novo... não sei se fui clara. Se eu caio na China, por exemplo, vou ter as mesmas dificuldades dos meus alunos....

Felipe: talvez se colocar uma legenda em cima, não sei.

Rosa: Eu gosto de imagens, um direcionamento das imagens... Imagem é sempre rico.

Maisa: Aqui eu tinha feito um “esqueminha” dos fatos, em relação a explicação que eu chamei de antiga. Aí eu pergunto pra eles qual é a explicação antiga sobre a origem dos seres vivos (...), Os fósseis (o fato A), a variação das espécies (o fato B) e a variedade nas ilhas que teriam surgido ao mesmo tempo, sem nenhum tipo de ser vivo e como elas tinham seres vivos diferentes (era o Fato C), que estavam colocando, dúvidas aos estudiosos da natureza. E aí eu pergunto, quais são esses fatos, aí eu falei em período normal, período de crise da Ciência, porque estudar a evolução é classicamente um exemplo de [inaudível] então eu não sei ainda como faz, eu aceito sugestões. Ou perguntar de outra maneira, se esses fatos vão levar ou não a uma mudança, enfim, não sei como perguntar essa terceira, aí vem aqui em seguida, essas explicações novas que eu estou procurando...

Rosa: Eles sabem disso, conhecem esse período normal e de crise? A pergunta tá muito legal.

Maisa: Não. Então mas é que eu estou tirando o Buffon, o Lamarck e o St. Hilaire, porque se eu os deixasse nas fichas, então eu já teria anunciado que era um momento de crise, não é. Aí eu viria com essa aula só pra fechar, que nesse momento de crise, os fatos novos mexeram com uma explicação dada. E no momento seguinte, as flechinhas voltam, né, as explicações tem que dar conta de todos os fatos. Então tem essa interação entre fato e explicação. Enquanto isso não for resolvido, não for consensual na comunidade, você fica nessa crise, até que uma explicação vira consenso. Não precisa ser eterna, é provisória, mas é uma explicação que a comunidade adota e, vira um pressuposto. Eu já fiz no questionário essas perguntas sobre o quê que a comunidade faz diante um cientista louco que fala que viu extraterrestres, isso já tá lá levantado.

Felipe: Essa questão 1 aqui, na primeira questão é aquela pra responder sobre a Epigênese...

Maisa: Não, isso nós já cortamos, ficou só com a origem dos seres vivos, não tinha a ver coma origem atual, porque senão ficam duas linhas de investigação. Isso tem a ver, Felipe, com os novos fatos e a ideia da Criação. Que a ideia da Criação, pela primeira vez não dava mais conta. Tinha tanto fato novo, que era complicado dizer que Deus tinha criado um cara, levou aextinção, criou outro igual, depois de uma catástrofe... Porque, por exemplo, colega evangélica pergunta "Quantas catástrofes teria que ter? quais registros eles tinham de catástrofe?", porque a Bíblia só tinha uma que era a Universal que era o diluvio universal. Então, ela mesma que era Evangélica falou "Que catástrofe que Cuvier tá falando?"... de certo, de terremotos e de coisas que eram observadas. Terremoto de Portugal ficou famosíssimo, botou fogo na cidade, era um tsunami na verdade, então... eles sabiam o que é catástrofe.

Felipe: Se você quiser entrar em pontos mais embaraçosos que esses foram as cinco grandes extinções em massa, no período geológico... Só terão noção disso, mais pra frente.

Maisa: Mesmo de placa tectônica, surgimento de montanha, etc. A pergunta é "como é que os corpos [inaudível] surgiu no alto das montanhas. Então era uma brincadeira, uma pedra imitando o formato de uma de um peixe, de uma concha, ou então, ali já teve mar. Porque ali não existia a hipótese de soerguimento de montanha, nem de movimento de placa tectônica. Então a resposta esperada na época, era que ali tivesse sido um mar. Então podia ter tido um diluvio, e pronto.

Felipe: O peixe de água doce é uma incógnita, porque imagine um diluvio universal, de que o mar tome conta de todos os cantinhos de terra que tem. Que se chove, você vai levar um numero de agua salgada também. E os peixes de agua doce que não tem capacidade de sobreviver... A osmose é diferente, o tecido é diferente, a relação de troca osmótica de sais... Todos os peixes de água doce deveriam ser extintos, não deveria ter peixes de agua doce após o diluvio, só de agua salgada e, existem muitos peixes de água doce.

Maisa: Choveu muito também, então o volume de água salgada também poderia ter problemas osmóticos.

Rosa: De qualquer forma, só deveria haver aqueles peixes que conseguem sobreviver naquelas regiões de transição.

Maisa: Está na pergunta no primeiro texto que ele apresentou a academia. Ele fala: "A gentesabe que quando tem uma tempestade, eles se escondem no fundo, como é que eles sobem, tem um monte de argumento. Bom enfim, essa ideia eu mantenho, não mantenho, pra mostrar o movimento da ciência, o desenvolvimento da ciência. Então tudo bem isso que eu falei, o quê que é crise, o quê que é normal?"

Rosa: Também estamos trabalhando com uma alfabetização científica dessa galera, né, então acho bacana sim.

Maisa: A professora de português amou não é, ela disse que "não se pode falar de ciência se você não dá vocabulário, e se você não dá vocabulário, não tem como aprender sobre ciência". Falo das duas colegas de português, tem que dar significado para essa terminologia.

Felipe: Aprender sobre ciência não é aprender ciência, de ciência, é aprender sobre ciência, como ela funciona, quem classifica o quê, por que tem tanta terminologia, porque você tem que dá nome as coisas, você dá nome ao filho, pro gato, pro cachorro, pro boi, você tem que dar nome pras coisas aqui também. (...).

Maisa: Bom, abandonei o Wallace, desculpa Rosa, é que eu não sabia como trabalhar com os dois.

Rosa: Não tem como, é difícil pra caramba, nem eu sei como trabalhar...

Maisa: (...) Depois dos estudos básicos, ele estudou Medicina, quando abandonou esses estudos, seu pai recomendou-lhe para estudar na Universidade de Cambridge, pra se preparar pra ingressar na Igreja na Inglaterra. Seu professor [inaudível] que estava de acordo com a ideia da criação divina dos seres vivos, foi quem encomendou em 1831, para participar como naturalista, da viagem do navio Beagle ao redor do mundo, promovida pelo corpo de almirantes britânico. Tá bem conciso, não é. Durante a viagem que durou quatro anos e nove meses, colecionou fósseis, que é uma coisa que os alunos já vinham trabalhando e observou várias espécies de animais e vegetais, além de observar fenômenos como erupções vulcânicas e terremotos.

À medida que passava de uma região pra outra, notou que o mesmo animal apresentava características diferentes. Observando fósseis, percebeu que tinham traços em comuns, entre as espécies extintas e as atuais. Ele foi reunindo os fatos observados, os experimentos realizados, a leitura da produção de seus contemporâneos, trocando ideias com diferentes estudiosos especializados em seus campos de pesquisa, até que conseguiu uma explicação sobre as causas, as variações e o meio ambiente e o meio. Seleção Natural, pela qual as espécies se originam, umas das outras. Ele publicou suas ideias em seu livro mais famoso, dentre muitos, chamado A Origem das Espécies, publicado em 1859.

Bom, então vamos ver se eu consigo explicar o raio da Seleção Natural, através dos exercícios. "Leia o trecho do capítulo 1 do livro de Darwin e observe as figuras". Aí eu recortei e picotei bastante e ficou assim: Acreditando que é sempre melhor estudar algum grupo especial, interessei-me pelos pombos domésticos. Guardei toda raça que pudesse comprar ou conseguir. E fui agraciado com remessas de vários cantos do mundo.

Juntei-me avários conhecedores iminentes e a dois clubes de Londres. A diversidade das raças éimpressionante, os naturalistas estão corretos em sua opinião de que todas descendem do Pombo da Rocha. E ai eu coloquei uma figurinha de uma sociedade, mas, nossa difícilmelhorar essas figuras, acho que elas já vem com pixels. E é da ABPHiB, do texto do Professor Roberto. Não sei se corrijo mais, pra caber tudo... São as imagens do professor. Etem aí os vários pombinhos, tão tendo a exposição de pombos realizado, tá dizendo a legenda,eu tirei lá da revista da ABPHiB.

Felipe: Ele fala “descendem” mesmo?

Maisa: Ele fala em descendência sim, você pode ler em Inglês, ele fala em descendência commodificação, ele usa muito isso. E eu peguei essa imagem pequenininha aqui do BSSC (?) aversão azul, tem a imagem do pombo da Rocha e os outros ligando-se. Então o que que oaluno tem que fazer em pequenos grupos: "Quem é o responsável pelo aparecimento dasvariações domésticas, segundo Darwin". Quem é que faz aparecer as variações domésticas.

Rosa: Mas aí você já vai querer que eles coloquem a Seleção Natural mesmo...?

Maisa: Não. Que é o ser humano, o homem que seleciona e que é responsável pelo aparecimento das variações domésticas, que ele cruza um pombo com outro, enfim né. Aí oB, "As variações de pombos domésticos surgiram a partir de um ancestral comum. Qual é onome do ancestral comum a todas as variações?" . Aí eles vão ter que voltar lá e achar o pombo da rocha. O que eu coloquei aqui de novo é o ancestral comum, que é pra eu poderexplicar que seria de onde partiram todas as variações. Nem falei em gradualism, porque praEJA é super complicado. E a segunda questão eu pego o capítulo dois.

Felipe: Eu trocaria "aparecimento" por "produção"...: "Quem é o responsável pela produçãodas variações domésticas?", você produziu, pegou uma espécie de característica X, decaracterística Y, acasalou os dois e produziu um filhote...

Maisa: Tá, esse termos eles usam bastante. Produção, reprodução, eles usam muito. Nessaoutra frase - ai não sei se coloco o título também do Capítulo... enfim. Que aqui é o das"Variações Domésticas", que é o capítulo 1. O capítulo 2, ele vai dizer o seguinte: "As muitaspequenas diferenças na prole, podem ser chamadas de individuais. Essas diferençasindividuais são da maior importância e fornece materiais para a seleção natural agir eacumular da mesma maneira que o homem acumula diferenças individuais, em suasproduções domésticas."

Felipe: eu só tenho receio de quando a gente fala "Fornecem materiais para a seleção natural".Nesses dias a gente discutiu na disciplina de evolução aqui no inicio do ano. Parece

que, inclusive os alunos da graduação acham que a Seleção Natural é uma entidade. Eles não conseguem compreender, inclusive os alunos de graduação, que a seleção natural, pode ser qualquer fator - seja genético, extragenético, ambiental, como a gente queira dizer que influenciem no benefício de alguma característica de aquele indivíduo sobreviver. Então se lá, pode se ser uma situação chuvosa, pode ser seca, pode ser predador, então acho que essa questão de se colar porquê, detalhar o que pode ser a seleção natural é importante pra evitar que eles achem que a seleção natural, como uma certa entidade sobrenatural que está...

Maisa: Uma das cartas que ele recebe só sobre peixe-elétrico, não me lembro do nome, acho que Scott, ele comenta isso. Que a seleção natural tem diferentes significados ao longo do livro. Vou anotar na página 129 pra a gente conversar. O quê que ele tá entendendo como seleção natural.

Felipe: Tem um exercício que a professora fez no segundo dia de aula, ela perguntou assim: "Escreva em um parágrafo, o que significa pra você seleção natural". Nossa, alunos ficaram meia hora, quarenta minutos engasgado pra escrever em um parágrafo, sabe.

Maisa: Ah, então me corrija aqui, porque eu quis fazer isso também e sofri, disse assim: "Em outras palavras, algumas dessas diferenças individuais que surgem na prole, podem ajudar os organismos a sobreviver num determinado ambiente. As variações são herdadas pelos descendentes..."

Felipe: se herdadas pelo descendente... Porque nem sempre vai ser herdado.

Maisa: Tá, então, aí a gente já muda. "As variações são herdadas pelos descendentes. Logo, depois de um certo tempo, depois de várias gerações, as variações favoráveis se acumulam na população. Os organismos da população que a constituírem, se tornam mais aptos para estemeio ambiente. Gradualmente a população se torna tão diferente da espécie original que constituirão uma nova espécie."

Felipe: Eu acho que precisa unir essas duas frases: as variações são herdadas pelos descendentes, logo, tempos depois com as gerações... Se herdadas pelos descendentes, depois de certo tempo, as variações tendem a se acumular na população. Porque, naquele ambiente foi vantajoso para ele. Porque também parece que todos os organismos que tiveram aquele traço, vão passar para os seus filhos, e isso não é verdade. Principalmente em populações, essas coisas acontecem muito em espécies que se reproduzem muito.

Maisa: O que eu queria que vocês olhassem é se do jeito em que eu escrevi, eu coloquei palavras mais atuais e não coloquei nada de genética aqui. Mas tem um conceito novo que é de população. (...) Bom, aí eu pergunto pra eles, as variações surgem na população e fornece os materiais...

Felipe: Eu abriria um parêntese pra explicar o que é população aí, você pode falar de maneiras simples, "As variações surgem na população, ou seja, no conjunto de indivíduos da mesma espécie" pra entenderem o que é população.

Maisa: Mais o local, né? Tá... "que em determinadas situações do meio ambiente, sofrem ação de qual mecanismo que permite a transformação lenta e gradual ao longo do tempo em outra espécie", então estou tentando ver se eles compreendem a seleção natural, não como uma entidade, mas como um mecanismo, não é? Eu não sei como fazer isso... pro ensino médio, fica difícil.

Felipe: Corte essa parte da população, porque se a frase já tá grande...

Rosa: Poderia até ter um ponto, você começar com isso e depois uma pergunta curtiinha em cima daquilo, você tá afirmando que as variações surgem na população, etc.

Maisa: Posso tirar as causas daqui.

Rose: Pode tirar... E "Fornece os materiais que em determinadas condições do meio ambiente...".

Maisa: "...sofrem ação de um mecanismo que permite a transformação lenta e gradual ao longo do tempo. Qual é o nome desse mecanismo?" Melhora?

Felipe: É. Porque você tá querendo que eles respondam o nome do mecanismo, mas tá confuso.

Rosa: Eu acho que eu pararia no mecanismo.

Maisa: "As variações surgem na população e fornece os materiais que em determinadas condições do meio ambiente sofrem a ação de um mecanismo. Este mecanismo permite a transformação lenta e gradual ao longo do tempo em outra espécie. Qual o nome que Darwin deu a esse mecanismo?"

Felipe: Talvez um pouco mais cumprido, um pouco mais detalhado fica mais fácil pro cara acompanhar. Porque se você tenta juntar tudo numa frase só fica confuso.

Maisa: Aí eu pus um quadrinho pra ajudar (de um biólogo cartunista) chamado "Variação do estado doméstico". Daí ele tá lá com os pombos de novo, fazendo os cruzamentos certos, aí tem dois cachorros diferentes... "O homem consegue que animais e plantas tenham as características que deseja". A vaca leiteira é um bom exemplo, tem as "Suas tetas incríveis, que são resultado da seleção artificial", aí a mulher do desenho fala "Sabia que não eram naturais!" (risos). O fazendeiro, a mesma coisa com o porquinho gordinho e por aí vai. "Na natureza acontece a mesma coisa, só que quem faz a seleção não é o homem, é a luta pela sobrevivência". E aí era a hora de eu falar que eles aumentam muito e falta comida. Vai sobreviver quem...

Rosa: tiver mais tolerância a essa situação dramática.

Maisa: Não sei. (...) Bom, agora já é "Seres Vivos". "Entre a explicação sobre a origem dos seres vivos mais aceita pelos estudiosos da natureza do século XVIII, as explicações na transição do séc. XVIII para o XIX, e a explicação acerca da Seleção Natural que é aceita pelo menos em parte até hoje, o que mais intrigou você em relação aquela sua explicação inicial?". Que eles diziam que os primeiros animais eram peixes e que Deus criou. Aqui é agora da briga né. (...) Aqui que aparece a dificuldade finalmente, das últimas aulas. Tem aí o desenho que é a prancha do St. Hilaire? Que até onde a gente tem notícia foi um dos primeiros trabalhos com ilustração que ele trabalhou com os três peixes que tinham órgãos elétricos, mas de espécies diferentes.

E eu só vou contar aqui quem eram esses três peixes que são de grupos diferentes, que são encontrados em regiões completamente diferentes. O Bagre é de água doce do Rio Nilo, o Torpedo é de água salgada do mar mediterrâneo... Aí eu coloquei mais figuras, porque eu achei muito bacana, que eram as figuras que estão na obra do Buffon de "História Natural", mas que eu consegui pela internet. Então ele dizia que era o [Trichiura(?)] que tá lá em cima, o torpedo que tá aqui em baixo, o [Jimoto] tá lá em cima, letra A à esquerda. O trichiura que está na letra B ali em cima, à direita, o torpedo aqui em baixo C e o [inaudível] que é o D.

E agora vem... "A dificuldade de Darwin". Darwin introduziu um novo trecho na quarta edição de seu livro, escreveu depois de ter lido a obra "Para Darwin" escrita em alemão por Fritz Müller. Tem um salto aqui agora. Tem muita coisa. Aí eu conto quem é o Müller e o que ele fez. Ele estudou representantes de dois grupos de caranguejos terrestres, que é ao contrário dos caranguejos aquáticos, poderiam viver fora da água do mar porque apresentavam pra isso, um "aparato respirador de ar", é assim que ele chama.

Estudando a anatomia e o funcionamento dos aparatos-respiradores, nos dois diferentes grupos, Müller escreveu que os representantes de cada grupo, eram praticamente idênticos entre si e aos demais tipos de caranguejos aquáticos, em todas as características, exceto no aparato-respirador de ar. O aparato-respirador de ar de um grupo de caranguejo terrestre, que vivia enterrado na praia, na areia da praia, era bem diferente do aparato-respirador de ar dos caranguejos que viviam sobre as raízes das plantas do mar, que é alagada pelo mar. Então ele escreveu que os descendentes que estivessem mais adaptados a viver fora da água, sobreviveriam. Poderiam chegar a idade adulta e deixariam descendentes com suas características. Os aparatos-respiradores de ar seriam diferentes das espécies que tivessem que se adaptar gradual e independentemente cada vez mais, a vida fora da água, respirar Ar.

A causa dessas diferenças tem dois fatores: a natureza do organismo e as condições ambientais.

A seleção natural teria tido materiais, variações diferentes, em condições ambientais semelhantes pra chegar no mesmo resultado final. Então, os mesmos caranguejos, mas defamílias e variações diferentes, só que os dois estavam fora-da-água. Então a condição era a mesma. Logo ela tinha como agir. Pra esse ambiente ela foi selecionar os que podiam melhor sobreviver fora da água. Os outros morreram todos.

Felipe: E isso é seleção natural. Você pega um fator ambiental, ar. Você tem um bicho que respira ar, outro que não respira ar. Qual é a probabilidade do bicho que não respira ar morrer? Enorme. E qual a probabilidade do bicho que não respira ar morrer não passar descendentes? Maior ainda. Logo, quem vai ter descendentes são os respiradores de ar: seleção natural!

Maisa: E o que eu acho mais legal que o Muller faz, é que ele pergunta assim: Por que ato de criação inteligível, teriam surgido dois diferentes aparatos respiradores, se em todas as outras características eles eram iguais? Se esse Deus era inteligente, por que que ele iria fazer dois aparelhos respiradores diferentes. Aí eu peço pra eles reescreverem isso, em relação aos peixes, ou seja, pega a letra A "órgãos elétricos seriam diferentes das espécies..." a mesma coisa. E a última, é uma espécie de pós-teste, não sei se pode chamar assim... "Todas as espécies de peixes teriam tido órgãos elétricos. Os órgãos elétricos dos outros peixes teriam sido perdido pelo desuso ou pela seleção natural", concordamos ou discordamos? Se todos os peixes tiveram órgãos elétricos um dia, deveria existir entre eles uma filiação. Ou seja, uns seriam descendentes com modificações dos outros. Assim como os pombos domésticos eram tidos por Darwin como descendentes com modificações do pombo da Rocha. Isso ocorria? Concordamos ou discordamos?

Felipe: Mas é uma pegadinha de propósito, falar em desuso ou pela seleção natural? Porque se você for falar pela seleção natural é uma coisa, pelo desuso parece que voltamos aquela história de Lamarck...

Maisa: Sim, mas ele admite o desuso. Ele não jogou fora, nem a herança dos caracteres adquiridos, nem do desuso.

Felipe: Então é uma afirmação?

Maisa: É uma afirmação dele, e como eu tinha o Lamarck, eu deixei o desuso. Em outra aula, (...) eu peguei as quatro leis de Lamarck.

Felipe: Entendi, achei que fosse uma pegadinha com eles, mas não, é uma afirmação.

Maisa: É mas eu acho que eu posso tirar o desuso. Posso por aqui um parêntese e três

pontinhos, porque, se pra nós é complicado, pra eles então o que tem esse desuso aqui no meio... sacanagem. Aí a terceira é, não haviam registros fósseis de que peixes aparentados ou não a eles, possuísem órgãos elétricos e estivessem extintos. Logo os órgãos elétricos poderiam ser órgãos totalmente novos. Porque aí sim, eu conto como o Darwin colocou a dificuldade... Aí eu coloco que no capítulo tal ele dizia assim "Casos de órgãos, os quais aparentemente, não existe passagem ou transição de um órgão, ou ainda melhor, se tal transição não pode ser mostrada da maneira esperada.

Órgãos elétricos em peixes parecem ser realmente órgãos novos e não qualquer outra mudança. Da mesma maneira, a glândula de veneno das cobras não são glândulas salivares modificadas. Eu exijo as passagens, as formas de transição. Mas eu sempre apresento todos os fatos que posso coletar, hostis as minhas noções". Porque tinha lá uma pergunta se o cientista deveria apresentar ou não as evidências que são contrárias, e eles disseram aos alunos que sim, que não pode ser desonesto com os amigos.

Aí eu queria mostrar que dois anos antes de apresentar essa ideia ele já achava que era um órgão novo. Aí ele usa o Muller, ele comparava, colocava toda a explicação dos caranguejos pra dizer, mas continua mantendo os órgãos elétricos dos peixes como dificuldade. Na edição de 1866 ele já diz que não é órgão novo, que a seleção natural atua sim, mas que "eu acho que um dia ainda vão se encontrar peixes que tem pouca eletricidade, com outra função que não seja a de caçar um predador ou de se defender".

Felipe: E a intensidade da eletricidade aumentou ou diminuiu?

Maisa: Diminuiu. Aí quando teve aparelhagens e condições de se medir a intensidade de eletricidade menor, se verificou que tinham peixes com órgãos elétricos com pouca eletricidade e com outra função, que é função de eletrocomunicação e eletrolocação (de se localizar). E qual era a característica do meio ambiente? Águas turvas. Teriam selecionado aqueles que davam choque, que vieram de órgãos musculares comuns. E aqui isso fica muito complicado de dar uma saída pro ensino fundamental, porque eu vou ter que contar em algum momento que os órgãos musculares deles estão em locais diferentes.

Felipe: Não acho que você precisa entrar nessa questão anatômica não. Se você conseguir demonstrar a penúltima explicação sua, de que não eram órgãos novos que surgiu, depois viu que em peixes pequeninhos com essas características de localização, você vai conseguir trabalhar com o conceito de seleção natural, independente de entrar em modificação anatômica.

Maisa: Pra ensino médio acho que seria muito legal, porque daí tem um exemplo onde

"músculo comum vira órgão elétrico, ponto". É seleção natural, aí não tem como, no ensinomédio você dizer nenhum argumento contrário.

Felipe: É como, por exemplo, a fusão dos símbolos de alguns reptilianos, não todos, que são nossos ancestrais comuns, que se transformaram em nosso canal auditivo.

Maisa: Uma coisa é macroevolução, outra é microevolução. Quer dizer, essa explicação é tão boa porque ela dá conta da macro, da micro, de uma porção de fatos que foram aparecendo, e

que não conseguiram derrubar a teoria dele até agora. E a primeira que é científica, que a outra não era científica.

Rosa: A outra está em "Reflexões sobre a Ciência" (...). "Leia, pense e discuta e coloque V se achar verdadeiro ou F se achar falso, dentro dos parênteses. Em seguida, escreva um exemplo para justificar a sua resposta" Aqui é independente se ele tá colocando verdadeiro ou falso: "O conhecimento científico é provisório", "A Ciência é uma das muitas tentativas de se explicar a natureza", "Muitas pessoas contribuem para a construção do conhecimento científico", "Todos os fatos sempre podem ser conciliados com a explicação mais aceita", "Existem momentos em que a Ciência entra em crise", "A Ciência é feita por gênios, que trabalham isolados para fazerem descobertas", "O papel do cientista é ser Ético, admitir as limitações de suas explicações". Esse aqui saiu da relação das outras aulas, mas ela faz uma síntese geral, tá com cara de pós-teste.

Maisa: O pós-teste pode ser uma entrevista (...).

Maisa: Como é Felipe, onde você estava?

Felipe: Estou fazendo um paralelo entre o peixe e o pombo e o caranguejo. Porque, tanto no peixe, quanto no pombo você tem o agente selecionador que é o homem. O homem está selecionando os dois bichos e separando as características que mais lhe interessam. O peixe maior e o pombo bonito, suponhamos. Na natureza você tem o selecionado... que é o caranguejo com o aparato respiratório e sem o aparato respiratório. Aí vem a pergunta pegadinha: o que é seleção natural? É o cara que é selecionado ou selecionador? Como

entidade, pensando na seleção natural como entidade...

Rosa: Como entidade, é quem seleciona, é ele que escolhe... se você tá legal, então você fica, se você não tá legal, então você morre.

Maisa: Então você está querendo que eu dê... pra Natureza isso. Quem é o selecionador?

Felipe: Isso aí, porque, independente disso o bicho vai existir ou não. O bicho tá lá, se ele tiver qualquer característica que facilite a vida dele, ele vai sobreviver. Por exemplo, fazendo

outrapegadinha: no caso do peixe, quem é que se deu bem na história? O peixe grande ou o peixepequeno?

Maisa: O peixe pequeno.

Felipe: Pois é, então os caras podem pensar assim, "ah, mas o peixe grande tem tudo pra sobreviver porque ele é maior e mais forte", daí vem aquela questão de comparação, porque os maiores e mais fortes sobrevivem. Porque o pequenininho pode se esconder melhor, pode ser mais ágil. Então são várias questões, só pra pontuar, porque talvez eles perguntem, e acaba que vai consolidando o conceito de seleção natural. Por exemplo, uma [inaudível] e um caranguejo, em contrapartida facilita dele ser caçado também, porque, quanto maior o porco, melhor pra eu comer. Então a probabilidade de ter caranguejo com [inaudível] pequeninhas, dependendo do agente selecionador, vai ser grande ou pequeno. Se o agente selecionador for o ambiente, o ambiente como um todo, que bom que ele tenha grande.

Maisa: Mas pode ser um animal também que vai ser o selecionador, que vá comer as patolas grandes...

Felipe: Eu só estou te falando isso pra você tomar cuidado de tirar aquela concepção de que os grandes e os fortes é que sobrevivem. Aí você dá um exemplo do peixe, ó o peixe grande foicaçado.

Rosa: As primeiras variações do trigo, foi quando o homem deixou de ser caçador-coletor... o trigo-mutante era aquele coitado, que o fruto dele não conseguia abrir o suficiente e espalhar as sementes, ele existia em pequena quantidade. O trigo que conseguia espalhar as suas sementes, existia em maior quantidade, só que esse trigo que espalhava as sementes, o ser humano não conseguia pegar rápido, estava muito distante um do outro. Aquele que o frutinho inteirinho ficava fechado, ele conseguia aproveitar, então começou a plantar esse. Então o mutante, se fosse só pela natureza, que era um fator decisivo deixar muitas sementes espalhadas, se fosse só isso, sem a interferência do homem ele não conseguiria sobreviver muito tempo. Com a interferência humana, o mutante é que foi selecionado.

Felipe: Isso envolve outra questão, é obra do acaso. Porque tem que dividir muito bem esses dois conceitos, de seleção artificial que é o homem que mete a mão e muda as coisas, e a seleção natural que quem age é a Natureza.

Maisa: Mas o foco que eu quero colocar com eles não é esse, quero consolidar, o foco é: Como é que você explica órgão elétrico em peixes de grupos diferentes. Se eles não têm filiação, não são descendentes com modificação, não tem gradualismo, não tem registro de fóssil. Que coisa é essa, não é? Só pra dizer assim, que nós não resolvemos um problema, Darwin não resolveu o problema todo de uma vez. Mas 200 anos depois, essa continua sendo a

melhorexplicação para a Ciência. Por isso que a seleção natural permaneceu na teoria sintética. E odesuso não, caracteres adquiridos não, se bem que essa coisa da epigênese...

Felipe: Não, não compare, fico incomodado quando começo a comparar epigênese com Lamarck, que você herda as coisas do ambiente, não sei o quê...

Maisa: Não, que não é pela linhagem somática, é pela linhagem dialética. Então tá né?

Felipe: Acho que sabemos tão pouco sobre DNA, pra começar a fazer analogias assim. O cara olhava para o ambiente...

APÊNDICE L - NOTAS DE CAMPO DO CADERNO DA PROFESSORA-PESQUISADORA.

Data	Aula	Notas
10 mar		Licença médica da professora-pesquisadora.
12 mar		Licença médica da professora-pesquisadora.
17 mar		Apresentação da pesquisa para os estudantes. Preenchimento dos TCLEs e TAs. Eu tive que ajudar muitos alunos a preencherem. Precisei também pedir que trouxessem os RGs para eu anotar na aula seguinte. Os TCLEs e TAs foram arquivados em uma pasta própria.
19 mar	01	Aplicação da avaliação diagnóstica elaborada pela professora-pesquisadora. Fiquei muito constrangida porque não sabia se os alunos não tinham entendido a minha instrução, se não sabiam escrever ou se não tinham ideia do que responder. Vou analisar os resultados.
24 mar	01	Aplicação do NOSLit. Num primeiro momento deixei que eles lessem e tentassem responder. Como tiveram muita dificuldade, eu acabei por fazer uma leitura mediada. Ainda assim, precisei ajudar muitos alunos a escreverem a resposta, a colocar o X na melhor opção. Fico um tanto tensa: qual é a medida da observação do pesquisador e da intervenção do professor?
26 mar	02	Apresentei a questão-problema através do material impresso 1. Foi uma aula expositiva dialogada, houve muita fala dos alunos. Pareciam bem motivados. A partir do registro das falas, eu fui criando uma entrevista semiestruturada para compreender melhor as respostas. Alguns alunos participam mais do que outros, preciso tomar cuidado para que esses alunos não monopolizem a aula. Já percebi que vai haver sempre uma tensão na observação participante. Preciso lembrar de transcrever a entrevista semiestruturada feita durante a aula.
30 mar		Foi feita a elaboração de um texto coletivo com a síntese das respostas da aula 2, dos estudantes; um dos alunos não compreende letra cursiva, tive que usar letra bastão. Todo dia tem uma novidade. A elaboração de texto coletivo necessita de muito tempo: colher as ideias, ver se todos concordam e redigir conforme eles ditam. Depois é feita a correção. Depois de pronto, os alunos demoram muito para copiar. Eu estava sem celular, um dos alunos tirou foto da lousa. Preciso pedir a foto para ele. Acho que muitos registros devem ser perdidos no processo...será?
02 abr		Véspera da Sexta Feira Santa. Hoje havia mais alunos presentes do que na primeira aula (quando apresentei a questão-problema). Estranho. Aproveitei para realizar a entrevista semiestruturada porque: teria mais dados e ainda são poucos alunos que estão frequentando as aulas (13).
07 abr	03	Os alunos, como é usual, sentem falta de ter mais texto escrito (cópia) nos cadernos. Preciso esclarecer isto na pesquisa de doutorado, que os alunos demoram muito para escrever. Como consequência, a SD vai demorar mais tempo pra ser concluída. Hoje eu consegui convencê-los da necessidade que tenho de recolher algumas atividades não só para a pesquisa, mas, porque estou enxergando cada vez menos. Amanhã vou organizar uma pasta para guardar os portfólios. Os professores do fund. I fazem portfólios com as atividades das crianças. Podem ter referências de literatura. Tive que retomar a questão-problema e fazer uma revisão do que já foi trabalhado para situar os alunos que estão se matriculando

	<p>agora.</p> <p>b-)Muitas dificuldades. Estamos sem diretora que aguarda aposentadoria. Chegaram pelo menos cinco alunos novos nessa turma na semana do dia 23 e todos num único dia. Tenho tido muitas interrupções das aulas: ora a inspetora entra para contar o número de alunos no meio da aula e com ordens da assistente de direção; ora jovens não matriculados entram na escola e ficam andando pelos corredores e entrando nas salas de aula; eu tenho que arrumar as carteiras e a câmera sozinha,; cuidar da lista de presença já que não há ainda uma lista definitiva até hoje; alguns dias há muito barulho na praça ao lado dificultando ouvir e falar.</p> <p>Demorei para me organizar e realizar as notas de campo: são as últimas aulas e por diferentes motivos temos tido apenas uma aula depois do intervalo. Boa parte dos alunos vão embora depois do jantar, já cansados depois de um dia de trabalho e enfrentando chuva forte, enchentes, demora na condução. Alguns chegaram mesmo a confessar que usam bilhete único do serviço e que procuram sair da escola dentro das duas horas da validação do bilhete ou se usarem o próprio bilhete único dentro das três horas da validação para não ter que pagar mais uma condução. Diante desta situação, sendo a escola localizada em lugar ermo, todos saem apressadamente, tanto alunos quanto professores. Não há policiamento no local. Dirijo por 45 minutos até chegar em casa e já muito cansada.</p> <p>Existem vantagens e desvantagens em ser professora e pesquisadora. Mais ou menos como rímel à prova d'água. Uma desvantagem é o envolvimento emocional e uma vantagem é o envolvimento emocional. Então, estabeleci que as notas de campo seriam feitas com um certo distanciamento para que a pesquisadora entre em cena depois da professora sair.</p> <p>Tenho percebido que os alunos estão muito motivados, muito envolvidos. Pensei em utilizar o questionário das emoções nas próximas aulas depois do feriado de Páscoa. Embora tenha preparado atividade logo após a aula do dia 26 baseada apenas nas minhas anotações porque não foi possível usar o vídeo porque chamaria muita atenção dos invasores, eu decidi que faria uma revisão e usaria o gravador portátil que chama muito menos a atenção até que a situação fosse resolvida.</p> <p>Fui para aula meio desanimada porque uma das inspetoras do período veio nos solicitar ajuda, reunião de Conselho de Escola, com Conselho Tutelar porque ela não conseguia controlar os jovens invasores e nem os alunos. Chegou mesmo a desabafar que achava muito incoerente chamar a polícia já que temos participado de reuniões e lutas e recebemos alunos com liberdade assistida.</p> <p>No início da aula havia poucos alunos, o bom era que os novos estavam presentes e eu poderia fazer uma revisão, gravar novamente o que foi discutido na aula do dia 26. Aos poucos chegaram mais quatro alunos.</p> <p>Uma das alunas, a Rozemar que tinha saído muito incomodada com a controvérsia entre os estudiosos quanto a explicação do fenômeno dos peixes: líquido, corpúsculos ou choque mecânico e curiosa para saber qual das explicações teria prevalecido, contou que fez uma pesquisa na Internet sobre o Torpedo. A aula foi conduzida a partir da fala da Rose sobre como ela fez a pesquisa e o que ela compreendeu da leitura. Fui</p>
--	---

		<p>fazendo perguntas e anotando na lousa para que todos pudessem ter o conteúdo dessa pesquisa.</p> <p>Ao final, ela me entregou o papel impresso com trechos por ela sublinhados. O mais interessante para mim naquele momento foi o fato dela ter digitado raia torpedo no site de busca Google e escolhido o site de estudo a partir da imagem que achou mais parecida com a do torpedo de Lorenzini de sua apostila. Isto me levou a pensar em como é feita a introdução de documentos históricos no ensino básico. No caso das aulas de Ciências, pareceu-me que para os adultos foi muito estimulante porque puderam expressar suas vivências e experiências.</p> <p>Chamou minha atenção, o Jorge, um dos alunos novos, colombiano. Logo após a gente ter avaliado o que seria um choque elétrico de 200 volts, ele contou que quando jovem um dos colegas utilizava uma pilha e dois metais para com uma manivela fazer o choque passar por um grupo de jovens unidos pelas mãos e que disputavam quem ficaria mais tempo aguentando o choque. O Josuel, aluno novo, sugeriu que a gente utilizasse uma pilha pequena para dar choque na língua.</p> <p>A aula é incomensuravelmente muito mais rica, com muita participação por parte dos estudantes. Será que os resultados apontarão nessa direção? Depende de como vou conseguir tratar os dados, dos objetivos...acho que fica muita coisa pra depois...</p>
09 abr	04	<p>Cheguei na escola mais cedo do que meu horário de trabalho. Como eu já tinha consentimento da direção da escola e com o consentimento do secretário pude fazer consultar os históricos escolares de uma parte dos alunos.</p> <p>Consultei apenas os históricos escolares dos 20 alunos que agora frequentam as aulas. Esse trabalho foi muito demorado: tira do envelope o histórico; procura as informações porque alguns tem formatação diferente; faz anotação das informações; recoloca o histórico no envelope; tem que manter os históricos na ordem do registro. Existe inúmeras interrupções na sala dos professores, um entra e sai de alunos falando e gritando que me faz ter que retomar toda hora! Organizei os plásticos para colocar as atividades dos alunos (portfolio) como sugerido pelas colegas do fundamental I. Organizei os TCLEs e TAs dos novos alunos.</p> <p>Não deu tempo de organizar a pasta para os portfolios.</p> <p>Hoje foi a aula 4.</p>
14 abr		<p>a-) Ontem, dia 13 de abril, os alunos matriculados estavam mais agitados. Se reuniram para fumar. Depois disso, entraram no prédio e começaram a chutar as portas das salas de aula (durante as aulas), a provocar verbalmente os colegas e os professores. Todos ficaram muito estressados. Eu demorei para conciliar o sono; precisei dormir à tarde antes de sair para uma nova jornada de trabalho. Hoje, na reunião, todos os professores tinham quase que as mesmas queixas. Inclusive outros colegas também tiveram dificuldade para conciliar o sono.</p> <p>b-) Havia sido combinada uma palestra sobre o Projeto de Lei (PL) 4330 com um profissional de fora da escola. A discussão sobre esse PL, o tema da diminuição da idade penal está provocando muito estresse entre os jovens. Especialmente os que se encontram em conflito com a lei.</p> <p>c-) A palestra não ocorreu. Seria seguido o horário normal das aulas. Os alunos provocadores foram impedidos de entrar na escola devido ao atraso</p>

		de mais de quinze minutos para a segunda aula. O jantar foi servido mais cedo. Os alunos do 3A se atrapalharam com a mudança de rotina e não se dirigiram para sala no horário. Tudo isso resultou num atraso da aula da SD.
16 abr	04	De novo, passou uma semana. Preciso retomar a aula 4. Cheguei mais cedo para terminar de analisar os históricos escolares. Nem imagino como organizar os dados para colocar no doutorado. Nada se repete...tem aluno que veio do MOVA-SP (Movimento de Alfabetização- SP) ou do CEOP (Centro de Educação e Organização Popular) que é parceira do MOVA-SP; tem aluno que tem várias reprovações em várias séries; tem aluno que veio a se matricular para aprender a ler e escrever aos 34 anos de idade; tem aluno matriculado nesta etapa mas que prefere frequentar sala de fundamental I. Cada cidade que nem imaginava...Girau do Ponciano! ????. Só descobri no RG que era de Alagoas. Uma das alunas veio de Carinhanha (BA) e saiu de lá depois de se casar aos vinte anos de idade. Ela começou a estudar em 2014...aos 50 anos de idade. Outro aluno que não posso deixar despercebido no doutorado é o R... que é aluno de inclusão, teve paralisia cerebral.
30 abr		<p>O dia 21 de abril foi Feriado Nacional. No dia 23 de abril eu precisei faltar. No dia 28 de abril houve paralisação dos professores da escola para início das negociações salariais para 2016. Hoje, dia 30, estamos em Conselho de Classe já que precisamos elaborar a síntese das avaliações dos alunos e publicá-las para ciência inequívoca. Além disso, temos muitos menores de idade faltando e precisamos informar ao Conselho Tutelar.</p> <p>Passaram-se duas semanas sem aulas. Na próxima aula, vou ter que ver o que eles se lembram e dedicar uma meia hora para retomar os conteúdos desenvolvidos. Começo a ficar preocupada que não dê tempo de aplicar toda a SD como foi planejada. Ainda está acalorado o debate da PL 4330 que deixa os jovens muito agitados. O bairro está sofrendo com muitos assaltos e sequestros relâmpago, com isso, as aulas terminam mais cedo. Os alunos ficam com medo de esperar ônibus ou andar a pé pelo bairro depois das 22 horas. Difícil! Dividí minha angústia com os colegas do GHBE. Mas, não se tem muito o que fazer...</p>
05 mai	05	<p>a-) Muitos alunos foram matriculados nos dias anteriores ao Conselho de Classe. Cada professor tem uma lista de alunos diferente! Como já entramos no segundo bimestre eu vou precisar organizar a sala de aula, de novo.</p> <p>b-) Eu levei os TCLEs para os alunos novos. Tive que apresentar a pesquisa novamente. Mesmo sendo ajudados pelos colegas e pela professora, os alunos novos demoraram mais de 25 minutos contados no relógio para preencherem algumas linhas desses termos. Novamente, alguns terão que trazer o RG na próxima aula para que eu complete o preenchimento.</p> <p>c-) No início da aula, o Aluno X pediu para dar um recado para classe. Mesmo sem saber do que se tratava, eu permití que ele falasse depois de terminarmos de preencher os TCLEs. Eu estava em frente daquele tipo de questão ética que eu lí no livro do Mills. Como era mesmo? Gravo ou não gravo?</p> <p>d-) Pelo sim pelo não, eu decidí não gravar já que o assunto não era tema</p>

		da pesquisa. No entanto, escrevo o relato porque surgiu uma situação de conflito e de novo a professora-pesquisadora esteve em um momento de tensão. O jovem de 18 anos disse aos colegas que “o papo vai ser curto e reto” num tom de intimidação. Fiquei preocupada. Ele continuou “não gosto que se queixem para a direção sobre o meu comportamento”. Notei que os alunos estavam exaltados. Além de não gravar, continuar com o trabalho seria contraproducente. Fiz um discurso favorável ao aluno. A história de vida dele, que conheço apenas parcialmente é repleta de dificuldades e de rejeição. Pedi que o tratassem como uma pessoa responsável e que se dirigissem diretamente a ele para pedir que colabore. Afirmar que eu também não gostava quando os meus alunos se dirigiam à direção da escola sem antes conversar comigo sobre as dificuldades de sala de aula. Esse é o aluno que não lê letra cursiva. Os ânimos se acalmaram. Mas, atrasou mais um pouco a SD. O dia a dia de uma escola é muito complexo e são tantos fatores que interferem no desenvolvimento de uma aula, fatores externos, emocionais, afetivos, internos...
06 mai	06	Hoje eu troquei duas aulas com o professor Marcos Maurício. Obrigada amigo! Eu estou muito desconsolada com o ritmo das aulas e com as inúmeras paradas por causa de feriado, paralisação, problemas disciplinares, a violência no bairro...acho que não vai dar.
07 mai	07	
12 mai	08	Dia chuvoso. Os alunos costumam faltar por diferentes motivos em dias de chuva. Houve paralisação parcial de ônibus, toque de recolher no Jardim João XXIII. Eu prossegui com os alunos que vieram. Os dados estão truncados. Mas, esse é o processo real. Estou me lembrando de uma passagem do livro do Bogdan e Biklen sobre isso...é também uma questão ética não esperar que o real seja aquilo que se espera. Acho que me tranquilizando agora...vou prosseguir como der. O meu contexto é esse. Ponto.
13 mai		a-) Os alunos irão para o CEU-Butantã amanhã. Eles assistirão a um curta-metragem feito em Contagem, periferia de Belo Horizonte (MG) e discutirão sobre as condições de vida dos jovens nas grandes cidades. Faz parte da discussão do PL 4330. Eu solicitei duas aulas para o professor Felipe (História) e realizei a avaliação formativa. Obrigada amigo! É isto o que pude fazer. Mas, fiz pela pesquisa empírica. O que seria dessa SD se eu estivesse apenas como professora? Fica a questão. Acho que não seria...
19 mai	09	VNOS- D
21 mai	09	a-) Eu estou muito assustada porque já foi metade do segundo bimestre e eu nem comecei o bloco 2 da SD. Está certo que parei para aplicar o VNOS-D. Nem sei se estou convencida de que esses questionários servem para esse público-alvo. Muito menos se servem para avaliar concepção sobre ciências numa sociedade como a nossa, com tão baixo letramento científico. A professora ME fala muito da robustez de uma pesquisa empírica. Montreal está chegando, a cirurgia de catarata está chegando. Acho que eu estou muito ansiosa. Lembrei de um trecho do Allchin, do livro, “the nature of science from test tubes to YouTube”! A Ciência exercita seus próprios valores epistêmicos... b-) Os alunos reclamaram hoje: “chega de peixe, professora”. Fiquei muito aflita. De novo aquela tensão entre ser professora e ser pesquisadora; ser observadora e participante. Ainda que contrarie as recomendações, vou

		deixar as anotações para amanhã. Preciso comprar resiliência. c-) A nova questão-problema foi apresentada hoje.
26 mai	10	a-) Cirurgia de catarata marcada para 22 de julho. Pelo menos não tirei mais licença médica, sem alergia nos olhos. Amanhã, vou mais cedo e tentar trocar ideia com os colegas do GHBE sobre como finalizar a SD até o final de junho. b-) Apesar de estarem cansados do tema dos peixes, eles foram muito colaboradores hoje. O meu maior problema é esta tensão acumulada, do prazo para a SD, das interferências com outras atividades, as paralisações, do contexto de violência e a discussão da PL 4330.
28 mai	11	a-) Não sei se ajudou muito extravasar minha preocupação no GHBE...dia 04 de junho será feriado (Corpus Christi). A coordenação pediu para fechar as atividades entre 17 e 24 de junho. Está previsto, pela primeira vez, a aplicação de uma avaliação externa pra EJA que poderá ocorrer a partir do dia 23 de junho. Eu vou contar com os colegas para me cederem aulas, digo, trocarem as salas comigo. Sigamos em frente! b-) Gostei muito de um trecho do Allchin que podia ser uma citação. Não conseguimos saber o que é o meu trabalho...não é experimento histórico. Eu tenho os peixes elétricos como material biológico histórico... c-) O Allchin fala sobre a emergência de um conceito – como uma família de conceitos relacionados – durante décadas ou séculos para estruturar (contexto e evidências) ou unificar uma série de aulas ao traçar uma linha de questões que se sucedem...pg. 31...acho que ele escreveu sobre como vários conceitos confluíram para a construção do que hoje entendemos por seleção natural. Casa muito bem com a frase de que a ciência exercita seus próprios valores epistêmicos. Preciso reler! Talvez seja legal para os resultados da pesquisa empírica.
02 jun	11	Eu nem consigo mais fazer notas de campo, tanta coisa que eu acho que não faz parte do que eu tenho que registrar! Hoje estava tudo dando certo até que por volta das 18h30 começou um tiroteio na Vila Dalva. Uma aluna telefonou para avisar que os alunos que viriam de lá ou os que teriam que passar por lá, não poderiam sair de suas casas...contei com os que vieram direto do trabalho: 7 alunos.
09 jun	11	Houve muitas faltas hoje também! Parece que devido a um confronto ocorreram três mortes e frente ao Carrefour e ao Parque Villa Lobos que segurou o trânsito e muitos alunos não conseguiram vir do trabalho para escola. Muitos cansados, foram direto para suas casas.
11 jun	11	Muitas faltas hoje também!!! O motivo foi um sequestro relâmpago e o trajeto para escola ficou interditado por PMs com fuzis.
16 jun	11	As aulas foram suspensas porque um aluno entrou em conflito com o coordenador e saiu dizendo que ia buscar uma arma. A direção juntamente com os professores da escola achou por bem que todos saíssem para evitar um mal maior. Poderíamos repor num outro dia.
18 jun		Tudo muito acelerado...