



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA

Campus Universitário de Jequié/ BA

Departamento de Ciências Biológicas

- Educação Científica e Formação de Professores -



PPG.ECFP

Programa de Pós-Graduação em
Educação Científica e Formação de Professores



**ENFOQUE CTS E O ENSINO DE EVOLUÇÃO: ANÁLISE DE
UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO CONTEXTO DA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA**

MERIANE RIBEIRO DE LIMA

2016

MERIANE RIBEIRO DE LIMA

**ENFOQUE CTS E O ENSINO DE EVOLUÇÃO: ANÁLISE DE UMA
EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO INICIAL DE
PROFESSORES DE BIOLOGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia para obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Formação de Professores.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira

Jequié/BA - 2016

Lima, Meriane Ribeiro.

L699 Enfoque CTS e o ensino de evolução: análise de uma experiência didática no contexto da formação inicial de professores de biologia/Meriane Ribeiro de Lima.- Jequié, UESB, 2016.

196 f: il.; 30cm. (Anexos)

Dissertação (Programa de pós-graduação em Educação Científica e Formação de Professores)-Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2016. Orientador: Prof^o. Dr^o. Paulo Marcelo Marini Teixeira.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Enfoque CTS e o Ensino de Evolução: análise de uma experiência didática no contexto da
Formação Inicial de Professores de Biologia.

Autora: Meriane Ribeiro de Lima
Orientador: Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira

Esse exemplar corresponde à redação final da
Dissertação defendida por Meriane Ribeiro de Lima e
aprovada pela Comissão Julgadora

Data: 23/11/2016

Assinatura


Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira

COMISSÃO JULGADORA


Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira


Prof. Dr. Márcio Andrei Guimarães


Prof. Dr. Júlio César Castilho Razera

2016

Dedicatória

Ao meu amor Rafael, minhas irmãs Elaine e Aline, meus sobrinhos Kaio, Hellen e Heloísa, aos meus pais Adailton e Neide.

Ao professor Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira.

Agradecimentos

Aos meus pais, Neide e Adailton, pelo amor, carinho e incentivo. Pela confiança em mim depositada e por todas as palavras sábias que me direcionaram em tantos momentos. Amo vocês!

As minhas irmãs, Elaine e Aline, por todo carinho e pelas palavras de incentivo que sempre me fazem tão bem.

Aos meus sobrinhos, Kaio, Hellen e Heloísa, pelos inúmeros momentos de demonstração de amor e carinho. Vocês são minhas riquezas.

Ao meu amor e amigo, Rafael, por todo carinho, amor e incentivo. Por sempre me apoiar e por compreender os momentos que tive que me ausentar. És muito especial para mim!

Ao meu orientador, o professor Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira, pela confiança, pelos estudos, ensinamentos, leituras e correções que foram tão importantes para a realização deste trabalho. Sou grata por todas as contribuições que me proporcionaram avançar em minha trajetória tanto na graduação quanto no mestrado.

Aos meus amigos que me apoiarem nessa caminhada, em especial à Tamiris Andrade e Luis Fernando Chagas, por vivermos juntos esse momento de aprendizado e crescimento profissional. Agradeço por cada momento que compartilhamos.

Aos professores da banca, Dr. Júlio César Castilho Razera e Dr. Márcio Andrei Guimarães, pela cuidadosa correção e pelas sugestões que muito contribuíram para o aperfeiçoamento dessa pesquisa.

Aos alunos participantes da pesquisa, pela confiança e troca de saberes.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores por todo conhecimento proporcionado.

Ao Grupo de Pesquisa em Educação Científica e Movimento CTS (GP-CTS), por proporcionar momentos de discussões que nos levaram a muitas reflexões.

A CAPES, pelo apoio financeiro.

Enfim, a todos aqueles que colaboraram, direta ou indiretamente, para a realização desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O trabalho investiga as potencialidades do *Movimento CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade)* quando pensamos no ensino de Evolução Biológica e na formação inicial de professores. Assim, a pesquisa buscou identificar os limites e as possibilidades da aplicação do *Enfoque CTS* numa disciplina voltada para o ensino de Evolução, ministrada no contexto de formação inicial de futuros professores de Biologia. O trabalho foi desenvolvido dentro das abordagens qualitativas de investigação educacional, sendo realizado dentro da modalidade de *Pesquisas de Natureza Interveniva*. O processo de intervenção aconteceu durante as aulas da disciplina “*Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores*”, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus de Jequié/BA, envolvendo 21 alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, durante o segundo semestre letivo do ano de 2015. A produção dos dados aconteceu ao longo de todo o processo, com a utilização das seguintes estratégias e instrumentos: observação participante, memorial descritivo, questionários semi-estruturados, gravações em áudio, análise da frequência dos estudantes e do material produzido por eles durante o desenvolvimento da disciplina. Para amparar o processo de análise de dados foram empregadas as seguintes categorias: i) articulação da tríade CTS; ii) estratégias e recursos didáticos; iii) percepções dos participantes da pesquisa; e iv) a interdisciplinaridade nas aulas da disciplina “*Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores*”. Os resultados evidenciaram a viabilidade do uso do *Enfoque CTS* no Ensino de Evolução no contexto da formação inicial de professores de Biologia, sobretudo no sentido de abrir possibilidades para a apresentação de uma Biologia Evolutiva mais sintonizada com as questões da sociedade contemporânea. No entanto, ressaltamos que algumas condições são necessárias, como: adoção de uma abordagem contextualizada dos conteúdos, diversidade de estratégias e recursos didáticos, mudança na postura do professor e dos alunos. A pesquisa nos proporcionou também maior conhecimento em relação aos limites e possibilidades da utilização do *Enfoque CTS* no Ensino de Evolução, na qual procuramos promover a formação de professores críticos, capazes de atuar na Educação Básica, de modo a superar a forma como o ensino de Evolução vem sendo realizado em nossas escolas. Os resultados deste estudo confirmam também outras pesquisas que mostram a importância do desenvolvimento de práticas pedagógicas mais sistemáticas voltadas para o ensino de evolução biológica na formação inicial de professores de Biologia.

Palavras-Chave: Teoria da Evolução. Ensino-Aprendizagem. Licenciatura. Enfoque CTS.

ABSTRACT

The work investigates the potential of the STS Movement (Science, Technology, Society) when thinking about the teaching of biological evolution and the initial formation of teachers. Thus, the research sought to identify the limits and possibilities of the application of the STS Approach in a discipline focused on Evolution teaching, given in the context of initial training of future Biology teachers. The work was developed within the qualitative approaches of educational research, being carried out within the Interventive Nature Research modality. The intervention process took place during the classes of "STS Movement, Evolutionary Biology and Teacher Training", at the State University of Southwest of Bahia (UESB), composed of Jequié / BA, involving 21 students of the Licentiate course in Biological Sciences, During the second semester of 2015. The production of the data happened throughout the process, using the following strategies and instruments: participant observation, descriptive memorial, semi-structured questionnaires, audio recordings, frequency students and the material produced by them during the development of the discipline. To support the data analysis process, the following categories were used: i) articulation of the STS triad; ii) strategies and didactic resources; iii) perceptions of the research participants; And iv) interdisciplinarity in the classes of the discipline "STS Movement, Evolutionary Biology and Teacher Training". The results showed the feasibility of using the STS Approach in Teaching Evolution in the context of the initial training of Biology teachers, especially in the sense of opening possibilities for the presentation of evolutionary biology more attuned to the issues of contemporary society. However, we emphasize that some conditions are necessary, such as: adoption of a contextualized approach to content, diversity of strategies and didactic resources, change in the posture of the teacher and students. The research also provided us with more knowledge about the limits and possibilities of using the STS Approach in Evolutionary Education, in which we seek to promote the formation of critical teachers capable of acting in Basic Education in order to overcome the way in which teaching Evolution has been carried out in our schools. The results of this study also confirm other studies that show the importance of the development of more systematic pedagogical practices directed to the teaching of biological evolution in the initial formation of Biology teachers.

Keywords: Theory of Evolution, Teaching-Learning, Graduation, STS Approach.

Lista de Ilustrações

- Figura 1: Esquema desenvolvido por Aikenhead (1990), p. 28.
- Figura 2: Adaptação do esquema proposto por Aikenhead (1990), p. 28.
- Figuras 3 e 4: Desenvolvimento da dinâmica sobre o tempo geológico, p. 98.
- Figura 5: Ilustração das inter-relações CTS estudadas durante a disciplina, p. 126.
- Figura 6: Apresentação de seminários realizados pelos licenciandos, p. 142.
- Figura 7: Trajetória da disciplina, p. 160.
- Quadro 1: Categorias de ensino CTS. Adaptado de Aikenhead (1994) apud Santos e Mortimer (2000, p.15), p. 31 - 32.
- Quadro 2: Proposta de uma sequência de ensino inspirada no *Enfoque CTS*, p. 34.
- Quadro 3: Panorama geral do perfil dos alunos participantes da intervenção, p. 65.
- Quadro 4: Descrição das atividades realizadas durante a disciplina, p. 66 - 68.
- Quadro 5: Estratégias e recursos didáticos utilizados durante a intervenção (Quadro produzido com base em nosso Memorial Descritivo), p. 135 e 136.
- Quadro 6: Organização do conteúdo ao longo dos encontros, p. 160.
- Gráfico 1: Demonstração da prevalência das instâncias CTS nos encontros realizados durante a disciplina, p. 129.
- Gráfico 2: Respostas dos licenciandos em relação as suas concepções sobre as dificuldades inerentes ao Ensino de Evolução na escola básica e sobre suas visões referentes à Teoria da Evolução.
- Gráfico 3: Frequência dos licenciandos durante os encontros, p. 168.
- Gráfico 4: Número de alunos que realizaram cada atividade solicitada durante as aulas, p. 169.

Lista de Abreviaturas e Siglas

AIDS	Acquired Immunodeficiency Syndrome
ABRAPEC	Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CB	Ciências Biológicas
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CNE	Conselho Nacional de Saúde
CTS	Ciência Tecnologia Sociedade
DCB	Departamento de Ciências Biológicas
DDT	Dicloro-Difenil-Tricloroetano
DIU	Dispositivo Intrauterino
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENEBIO	Encontro Nacional de Ensino de Biologia
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ENIARC	Electronic Numerical Integrator and Computer
EPOR	Programa Empírico do Relativismo
EUA	Estados Unidos da América
FUNPEC	Fundação Norte Riograndense de Pesquisa e Cultura
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GP-CTS	Grupo de Pesquisa em Educação Científica e Movimento CTS
HIV	Human Immunodeficiency Virus
HTLV	Human T lymphotropic vírus
LEBIO	Laboratório de Ensino de Biologia
OEA	Organização dos Estados Americanos
PDF	Portable Document Format
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PLACTS	Pensamento Latino Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade
PPG	Programa de Pós-Graduação
PPG-ECFP	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores.
SCOT	Social Construction of Technology
SIV	Simian Immunodeficiency Virus
SBEEnBIO	Associação Brasileira de Ensino de Biologia
STS	Science Technology Society
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Tcms	Triglicerídeo de Cadeia Média
UERJ/FFP	Universidade do Estado do Rio de Janeiro/Faculdade de Formação de Professores
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

SUMÁRIO

RESUMO	viii
INTRODUÇÃO	13
1 - REFERENCIAL TEÓRICO	18
1.1 - Movimento <i>CTS</i> : origens e desdobramentos	18
1.2 - Tradições do <i>Movimento CTS</i>	21
1.3 - Consolidação do <i>Movimento CTS</i> na América Latina	22
1.4 - <i>Movimento CTS</i> no contexto educacional.....	24
1.5 - Ensino de Evolução.....	34
1.6 - Evolução Biológica e as possíveis articulações com o <i>Movimento CTS</i>	43
2 - DELINEAMENTO METODOLÓGICO	57
2.1 - Caracterização da natureza da pesquisa realizada	57
2.2 - Instrumentos utilizados para a coleta de dados	60
2.3 - Análise dos dados	62
2.4 - Perfil da turma.....	63
2.5 - Descrição das aulas realizadas durante toda disciplina	65
2.6 - Categorias para análise dos resultados.....	113
3 - ANÁLISE DOS DADOS	117
3.1 - Articulação da tríade <i>CTS</i>	117
3.2 - Estratégias e recursos didáticos.....	126
3.3 - Percepções dos participantes da pesquisa.....	142
3.3.1 - Perspectivas dos alunos envolvidos na intervenção sobre o processo desenvolvido.....	143
3.3.2 - Perspectivas da professora-pesquisadora sobre o processo desenvolvido.	156
3.4 - A interdisciplinaridade nas aulas da disciplina “ <i>Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores</i> ”:	167
CONSIDERAÇÕES FINAIS	169
REFERÊNCIAS	174
APÊNDICES	181
ANEXO	191

INTRODUÇÃO

O ensino de Evolução vem sendo objeto de estudo em diversos trabalhos vinculados à pesquisa educacional, sobretudo nas pesquisas realizadas dentro da área de Educação em Ciências, em particular, naquelas preocupadas com o ensino de Biologia. Isso se dá pelas implicações causadas pelo tema nas salas de aula e pela preocupação dos professores e pesquisadores em entender e tentar minimizar os problemas que ocorrem no decorrer do processo de ensino-aprendizagem.

Sabemos que para a comunidade científica a Evolução é considerada como um fato. Além disso, a evolução é eixo norteador e unificador das Ciências Biológicas e, deste modo, o ensino de Biologia deveria ter como princípio unificador a abordagem evolutivo-ecológica (MAYR, 2009; MEYER; EL-HANI, 2005). Entretanto, sabemos também que isso não acontece nas aulas da educação básica, ou seja, quando se trata de nossas salas de aula, a Evolução é deixada de lado, por vezes, é abordada de forma estanque e comparti mentalizada (BIZZO, 2016; CARNEIRO, 2004; SOUZA; DORVILLÉ, 2014). A maioria dos professores não aborda os temas evolutivos como deveriam, isso quando não deixam de fazê-lo, pois, muitos docentes deixam de ministrar os conteúdos evolutivos para evitar possíveis conflitos que poderiam ser gerados nas aulas; outros têm dificuldades em aceitar a evolução ou evitam os conflitos que eles mesmos sustentam em relação ao tema, seja por questões religiosas ou pela falta de domínio dos conteúdos, algo que é reflexo da sua formação. Segundo Silva (2011) os professores possuem duas dificuldades ao lecionar conteúdos evolutivos: lidar com as crenças religiosas dos estudantes e com as dificuldades inerentes ao próprio ensino do assunto, decorrentes da sua formação acadêmica, pois os “conteúdos sobre a evolução não foram devidamente contemplados durante [a] formação ou foram trabalhados de forma incipiente” (SILVA, 2011, p. 106).

O ensino de Evolução traz consigo diversas preocupações relacionadas à aprendizagem, pois fazer com que o processo de ensino-aprendizagem dessa temática ocorra de forma significativa sempre foi um grande desafio para os

educadores. Contudo, como disse Jared M. Diamond na introdução do livro *O que é a evolução*, escrito por Ernest Mayr (2009, p. 12) “a evolução precisa ser compreendida não só pelos cientistas, mas pelo público em geral. Sem conhecer ao menos alguma coisa a respeito da evolução, não é possível compreender os seres vivos à nossa volta, as características únicas do ser humano, as doenças genéticas e suas possíveis curas e o cultivo de plantas geneticamente modificadas e seus possíveis riscos”.

Mesmo que não percebamos ou que não tenhamos consciência disso, a evolução faz parte de nosso dia a dia, os vírus e as bactérias evoluem a todo tempo; e se ficamos doentes e fizermos uso de antibióticos, estamos selecionando bactérias, por exemplo, com o uso indiscriminado de antibióticos, já que a prática da automedicação é algo muito comum entre as pessoas, mas poucas entendem seus riscos. Portanto, se torna imprescindível o ensino dos conteúdos evolutivos nas aulas de Biologia, sendo inaceitável que os professores continuem a suprimir os conteúdos dessa ciência em suas aulas.

Não podemos esquecer que também existem professores que se preocupam com a aprendizagem dos alunos, buscando meios para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e que de fato contribua para a formação da cidadania. A formação do cidadão crítico e autônomo é umas das preocupações de muitos professores e da escola como um todo. Neste contexto surge o *Enfoque CTS*, trazendo para as salas de aula a abordagem de questões sociocientíficas, ou seja, a abordagem de questões que podem despertar nos educandos a necessidade de posicionamento crítico e participativo diante de questões sociais articuladas com aspectos científico-tecnológicos. Segundo López e Cerezo (1996) as propostas curriculares CTS determinam uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos sejam estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos.

Com isso, “o objetivo central da educação CTS é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando os alunos a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões

responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 5). Portanto, entendemos que a abordagem dos conteúdos evolutivos, realizada com base nos referenciais do *Movimento CTS*, poderia trazer interessantes contribuições para o processo de ensino e aprendizagem desses conteúdos. Assim, poderia ser possível que os estudantes consigam relacionar os conteúdos evolutivos às dimensões científica, tecnológica e social, e vinculem tudo isso a suas experiências do dia a dia, como no exemplo da automedicação, da resistência a bactérias, das pandemias, do consumo de alimentos e das questões raciais, etc.

Considerando o exposto até aqui, a ideia de execução dessa pesquisa está relacionada com os seguintes aspectos: i) o papel central da Teoria da Evolução para a Biologia enquanto Ciência; ii) a Evolução tomada como um dos eixos unificadores para o ensino de Biologia; iii) as dificuldades inerentes ao ensino-aprendizagem de elementos da Teoria da Evolução, tanto na escola básica, quanto no contexto da formação inicial de professores de Biologia; iv) as lacunas oriundas da falta de pesquisas dedicadas à análise sobre como os conteúdos evolutivos poderiam ser ensinados a partir do uso de aportes do *Movimento CTS* e, por fim; v) a escassez de dados empíricos relacionados a pesquisas que envolvem a utilização do *Enfoque CTS* baseadas em experiências concretas em sala de aula.

Discutir os conhecimentos científicos relacionados à Biologia Evolutiva, estabelecendo conexões com a tríade CTS pode ajudar os licenciandos a analisar suas concepções sobre a evolução biológica, levando-os a ter consciência de suas noções equivocadas. Com isso, esperamos que eles possam modificá-las, levando para sua prática pedagógica um ensino de evolução mais coerente e sintonizado com o conhecimento científico atual dentro dessa área.

Assim, a pesquisa se justifica na medida em que analisa uma experiência didática que envolveu a articulação dos referenciais ligados ao *Movimento CTS* na Educação em Ciências com os aportes da Biologia Evolutiva no contexto de uma disciplina voltada para a formação inicial de professores de Ciências e Biologia.

O objetivo da pesquisa é investigar os limites e as possibilidades da aplicação do *Enfoque CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade)* numa disciplina voltada para o ensino de Evolução ministrada no contexto da formação inicial de professores de Biologia.

De maneira mais específica a pesquisa envolveu os seguintes itens: i) planejar, junto com um professor da área de Educação do curso de Ciências Biológicas (UESB; Jequié/BA), uma disciplina envolvendo os conteúdos evolutivos para ser aplicada com os alunos de Licenciatura em Ciências Biológicas, tomando por base os referenciais do *Enfoque CTS* para a Educação em Ciências; ii) desenvolver a disciplina planejada durante um semestre letivo; iii) analisar as implicações dessa disciplina em termos de ensino-aprendizagem dos conteúdos científicos e das questões sociocientíficas envolvidas no processo; iv) analisar, se houve alterações nas concepções dos alunos sobre a Teoria da Evolução, e também sobre questões relativas à natureza da Ciência, após eles terem cursado a referida disciplina.

A pesquisa foi desenvolvida na *Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia* (UESB), Campus universitário da cidade de Jequié/BA, com a participação de estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Outros detalhes sobre os sujeitos participantes serão explicitados no capítulo dedicado a descrever os aspectos metodológicos inerentes à investigação.

Como sabemos que todas as pesquisas que envolvem seres humanos contêm potenciais riscos e benefícios para os participantes, ressaltamos que todas as medidas foram tomadas para diminuir os possíveis riscos durante a realização da intervenção. Entendemos como benefício, algum tipo de ganho proveniente da participação dos alunos na pesquisa. Assim, a literatura aponta que o uso dos referenciais do *Movimento CTS* apresenta interessantes alternativas capazes de dinamizar o processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para superação de um ensino arcaico, que se limita a transmitir informações desprovidas de significado e fora do contexto mais amplo de interesse dos estudantes (TEIXEIRA, 2003, p. 31).

A pesquisa realizada na sala de aula nos permitiu observar e trazer para discussão problemas que existem em muitas escolas e que na correria do dia a dia os professores não têm tempo de buscar soluções. Diante dos processos reflexivos sobre as dificuldades inerentes ao ensino-aprendizagem de evolução e as possíveis contribuições do Movimento CTS para a Educação em Ciências, observamos que a pesquisa educacional se torna socialmente relevante à medida que apresenta reflexões e possíveis soluções para problemas vivenciados na educação, em particular, quando pensamos em melhorias na formação de professores e no próprio ensino e aprendizagem em todos os níveis de ensino. Com efeito, temos as seguintes expectativas com os resultados dessa pesquisa: que os futuros professores envolvidos no projeto consigam reconstruir os sentidos produzidos em relação à função social do ensino de ciências e biologia; que a aplicação da *perspectiva CTS* contribua para melhorias na aprendizagem dos discentes no tocante aos conceitos evolutivos e a compreensão sobre a natureza da ciência; e que os licenciandos tenham maior identificação com a docência, vista como uma atividade intelectual transformadora. Esperamos também um maior reconhecimento da pesquisa como atividade importante para o desenvolvimento profissional e pessoal dos professores e a valorização dos pressupostos do *Movimento CTS* como elementos dinamizadores da prática pedagógica de todos os envolvidos.

1- REFERENCIAL TEÓRICO

Como o objetivo desta pesquisa é investigar os limites e as possibilidades da aplicação do *Enfoque CTS* numa disciplina voltada para o ensino de Evolução, ministrada no contexto da formação inicial de professores de Biologia, entendemos que seja necessário discutir teoricamente sobre alguns aspectos relacionados ao ensino de Evolução, a formação inicial dos professores de Ciências e Biologia, as características e pressupostos do *Movimento CTS* e suas possíveis articulações com o ensino de Evolução.

Assim, iniciaremos este capítulo com uma breve exposição sobre o histórico do *Movimento CTS* e suas propostas para o contexto da educação científica, defendendo a necessidade de um processo de ensino-aprendizagem crítico e participativo, que traga para o ambiente de sala de aula as questões sociocientíficas.

Em seguida, discutiremos alguns aspectos relacionados às dificuldades de compreensão sobre a Teoria da Evolução por estudantes de Ciências Biológicas. Com isso, apresentaremos uma forma de ensino que permita discussões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade de maneira que nos permita discutir o significado dos conteúdos evolutivos para a Ciência e os aspectos tecnológicos relacionados às questões sociais. Assim, mostraremos que é possível articular os conteúdos da Biologia Evolutiva com a tríade CTS, ou seja, articular os conteúdos evolutivos com questões tecnológicas e sociais. A nosso ver, isso proporcionaria aos alunos uma compreensão do conhecimento científico de uma forma mais abrangente, possibilitando o entendimento sobre a natureza da ciência, como o conhecimento científico é produzido e quais são as suas implicações tecnológicas e sociais.

1.1 - Movimento CTS: origens e desdobramentos

A partir de meados do século XX, surge na Europa e América do Norte o Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade, comumente conhecido por *Movimento CTS*. Esse movimento eclodiu numa época em que, segundo Santos e

Mortimer (2002) as sociedades modernas confiavam na ciência e na tecnologia como se confia em uma divindade. Essa confiança depositada na Ciência, segundo Auler (2002), vinha do entendimento do modelo tradicional do progresso científico e tecnológico, no qual, em algum momento, seja do presente ou do futuro, a ciência resolverá todos os problemas existentes, conduzindo a humanidade ao bem-estar social. Auler (2002) afirma que duas ideias estão associadas a essa compreensão: a ideia de que a Ciência e a Tecnologia (CT), necessariamente, conduzem ao progresso e que CT sempre são criadas para solucionar os problemas da humanidade. O referido autor enfatiza que esses mitos parecem estar presentes no imaginário de uma parcela significativa da população.

Pois bem, os estudos CTS emergem como uma reação acadêmica contra a imagem tradicional da ciência e da tecnologia, que é subjacente aos modelos clássicos de gestão política. Essa tradicional imagem da ciência e da tecnologia é denominada como concepção triunfalista e essencialista.

A concepção triunfalista e essencialista da Ciência e da Tecnologia estão embasadas no modelo linear de desenvolvimento, que pode ser esquematizado na seguinte equação: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social (AULER; BAZZO, 2001; CERESO, 2002; BAZZO; von LINSINGEN; PEREIRA, 2003).

De acordo com esse modelo, quanto maior for o desenvolvimento da Ciência, maior será o avanço da Tecnologia, maior será a riqueza, que resultará em maior bem-estar social (BAZZO; von LINSINGEN; PEREIRA, 2003). Essa concepção clássica enfatiza que o bem estar social só pode ser alcançado se tanto a Ciência, quanto a Tecnologia, comportarem-se de maneira autônoma, deixando a Sociedade de lado. Com isso, a Ciência poderá dedicar-se a busca exclusiva da verdade, mantendo-se livre da interferência de potenciais valores sociais. Do mesmo modo, a Tecnologia só pode gerar melhorias sociais se a sua autonomia for plenamente respeitada. Por esta razão, Ciência e Tecnologia são apresentadas como formas autônomas da cultura e como atividades valorativamente neutras (GARCÍA; CERESO; LÓPEZ, 1996; BAZZO; von LINSINGEN; PEREIRA, 2003).

Essa visão tradicional da ciência e da tecnologia em que se reclama a autonomia com respeito à interferência social ou política, teve início após a 2ª Guerra Mundial, época que ficou marcada por um intenso otimismo acerca das possibilidades da ciência e da tecnologia.

Nessa época surgiram os primeiros computadores eletrônicos (ENIAC em 1946), os primeiros transplantes de órgãos (de rins em 1950), o uso da energia nuclear para o transporte (USS Nautilus em 1954) e ainda a invenção da pílula anticoncepcional, em 1955. Esse manifesto da autonomia para a ciência com respeito à sociedade se deve a Vannevar Bush, um cientista norte-americano que foi diretor da *Office Scientific Reseach and Development* durante a 2ª Guerra mundial e também foi protagonista no Projeto Manhattan para a construção das primeiras bombas atômicas.

Entretanto, passado algum tempo, passou a crescer um sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo ao desenvolvimento do bem-estar social. Auler (2002) ressalta que por volta de 1960-1970, com a degradação ambiental, bem como o seu desenvolvimento vinculado à guerra (bombas atômicas, guerra do Vietnã), fez com que a ciência e a tecnologia se tornassem alvo de análises críticas. Com isso, em 1962, com as publicações das obras *A Estrutura das Revoluções Científicas* pelo físico e historiador da ciência Thomas Kuhn e, *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), pela bióloga naturalista Rachel Carson, as discussões sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) foram intensificadas.

A partir da obra de Thomas Kuhn a filosofia toma consciência sobre a importância da dimensão social e das raízes históricas da ciência, inaugurando um estilo interdisciplinar que tende a dissipar as fronteiras clássicas entre as especialidades acadêmicas e os estudos sociais da ciência (BAZZO; von LINSINGEN; PEREIRA, 2003; LINSINGEN, 2007).

Segundo Lindemann (2010) a obra de Rachel Carson despertou nos leitores americanos sentimentos de inquietação e indignação sobre a indústria de pesticidas, e sua repercussão fez com que o governo americano investigasse o uso do DDT. Carson relatava em seu livro que o Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT)

era uma das substâncias mais difundidas e utilizadas pela agricultura convencional. A preocupação de Carson estava no fato do DDT penetrar na cadeia alimentar se acumulando nos tecidos gordurosos de diversos animais, incluindo o homem – podendo ser encontrado no leite materno – e causar sérios riscos à saúde como câncer e danos genéticos.

Diante da polêmica provocada pelas denúncias feitas por Carson que não só expôs os perigos desse inseticida, mas questionava de forma persuasiva a confiança cega da humanidade no progresso tecnológico, abriu-se espaço para o fortalecimento dos movimentos ambientalistas da época. Assim, com a comprovação dos diversos problemas provocados pelo DDT, que foram apontados por Carson, o uso do produto passou a ser supervisionado, resultando posteriormente no banimento do uso desse inseticida nos Estados Unidos (LINDEMANN, 2010).

Diante do ocorrido, a ciência e a tecnologia passaram a ser objeto de debates políticos.

Perante o agravamento dos problemas ambientais e diante de discussões sobre a natureza do conhecimento científico e seu papel na sociedade, o Movimento CTS ganhou força, pois refletia criticamente sobre as múltiplas relações entre ciência, tecnologia e sociedade (AULER; BAZZO, 2001; BAZZO, 1998; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

1.2 - Tradições do Movimento CTS

Os estudos CTS atualmente se definem como um campo de trabalho heterogêneo, de caráter crítico a respeito da imagem tradicional da ciência e da tecnologia, buscando examinar e compreender as dimensões sociais da ciência e da tecnologia, tanto do ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, em sua origem, segundo alguns autores, o Movimento CTS desdobrou-se em duas grandes tradições, uma de origem europeia e outra de origem norte-americana (GARCIA; CERESO; LÓPEZ, 1996; BAZZO; von LINSINGEN; PEREIRA, 2003; STRIEDER, 2012).

A tradição europeia ou acadêmica é uma forma de entender a contextualização social dos estudos da ciência, analisando o modo como a diversidade de fatores sociais influi na mudança científico-tecnológica (GARCIA; CERESO; LÓPEZ, 1996). Segundo Strieder (2012) a tradição europeia é assim chamada porque teve, em sua origem, uma institucionalização de natureza mais acadêmica, composta por cientistas, engenheiros, sociólogos e humanistas. Essa tradição tinha ênfase maior na ciência, na explicação da origem e das mudanças das teorias científicas, ou seja, na ciência como processo (STRIEDER, 2012). Segundo Bazzo, von Linsingen e Pereira (2003) várias são as escolas ou programas que podem ser colocados nesta tradição, sendo os mais conhecidos: o Programa Forte, o Programa Empírico do Relativismo (EPOR), e o Construção Social da Tecnologia (SCOT).

A tradição norte-americana ou social se configura como outra forma de entender a contextualização social dos estudos sobre a ciência (GARCIA; CERESO; LÓPEZ, 1996). Foi assim denominada por centrar-se numa reação de caráter mais prático e valorativo que se desenvolveu nos Estados Unidos, se inserindo em movimentos sociais que ocorreram durante as décadas de 1960 e 1970. Sendo eles: grupos pacifistas, ativistas dos direitos humanos, associações de consumidores e outros grupos que tinham relação com reivindicações sociais, que se preocupavam com as consequências sociais e ambientais dos produtos científico-tecnológicos. Essa tradição centrava maior ênfase na tecnologia (STRIEDER, 2012).

Segundo Strieder (2012) atualmente esta divisão em tradições está superada, sendo importante situá-las apenas no contexto do início das discussões relativas ao *Movimento CTS*. Hoje os estudos CTS compreendem uma variedade de programas filosóficos, sociológicos e históricos que enfatizam a dimensão social da ciência e da tecnologia.

1.3 - Consolidação do *Movimento CTS* na América Latina

Na seção anterior, abordamos a forma como os estudos CTS se configuraram inicialmente na Europa e na América do Norte, mas concordamos com Strieder (2012) no sentido de que é necessário destacar as discussões

desenvolvidas também na América Latina. Mesmo não sendo identificados como uma comunidade explicitamente CTS, o movimento se configurou como um pensamento latinoamericano em política científica e tecnológica (von LINSINGEN, 2007), que foi identificado por Dagnino, Thomas e Davyt (2003) como “Pensamento Latino Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade” (PLACTS). Esse movimento foi assim denominado por conta das reflexões críticas sobre o modelo linear de desenvolvimento e de uma intenção de mudança social para os países da América Latina (DAGNINO; THOMAS; DAVYT, 2003).

Os trabalhos desenvolvidos pelo PLACTS, escritos principalmente por cientistas e engenheiros, estavam focados na busca de caminhos e instrumentos para o desenvolvimento local do conhecimento científico e tecnológico, de modo a satisfazer as necessidades de nossa região. O objetivo daquela geração de pensadores consistiu em tornar a ciência e a tecnologia um objeto de estudo público, um tópico ligado à estratégias de desenvolvimento social e econômico (von LINSINGEN, 2007).

O pensamento latino-americano em CTS nasceu no final dos anos 60 como uma crítica ao estado da ciência, da tecnologia e de alguns aspectos das políticas de Estado. Desde meados dos anos 50 e 60, a *Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura* (UNESCO) e a *Organização dos Estados Americanos* (OEA) se estabeleceram como importantes pontes institucionais para a introdução de políticas de ciência e tecnologia na América Latina.

Vaccarezza (1998) aponta que o pensamento latino-americano de política científica se ampara no fato de que o atraso em ciência e tecnologia exigia do Estado uma política de alto nível que incentivasse as inter-relações entre os centros de produção de conhecimentos, as empresas e o governo. O autor ressalta que as reflexões sobre os estudos CTS se apresentam mais como um campo de conhecimento do que com uma variante dos movimentos sociais. Essa afirmação é legitimada pela crítica sobre a dependência cultural da Ciência que era desenvolvida na América Latina, que pretendia revolucionar a orientação de seu desenvolvimento na direção dos problemas locais, transformando a política em

gestão e a militância do movimento em formação de especialistas (VACCAREZZA, 1998).

Segundo Bazzo, von Linsingen e Pereira (2003) os estudos e programas CTS, independente das tradições, vêm se desenvolvendo desde a sua gênese em três grandes direções:

- a) **No campo da pesquisa:** os estudos CTS representam uma reflexão acadêmica sobre a imagem tradicional da ciência e da tecnologia, promovendo uma visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica;
- b) **No campo da política pública:** os estudos CTS defendem a regulação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos para facilitar a abertura de processos de tomada de decisão em questões referentes a políticas científico-tecnológicas;
- c) **No campo da educação:** vem se desenvolvendo uma nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade, refletindo na criação de programas curriculares, propostas de ensino e materiais didáticos CTS no ensino médio e universitário de vários países.

Na próxima seção discutiremos sobre questões relacionadas ao *Movimento CTS* no campo da educação, para melhor situar o nosso objeto de pesquisa.

1.4 - Movimento CTS no contexto educacional

Como, daqui por diante, iremos nos referir ao *Movimento CTS* especificamente no campo educacional, utilizaremos o termo *Enfoque CTS*, pois encontramos na literatura várias menções relacionadas às siglas CTS, como *Enfoque CTS*, *Abordagem CTS* e *Movimento CTS*. Portanto, diante desse quadro, sentimos a necessidade de caracterizar melhor o uso destes termos. Segundo Auler (2007) ao utilizarmos o termo “*Movimento CTS*” estamos nos referindo a um movimento social mais amplo e quando utilizamos o termo “*Enfoque CTS*”, estamos nos referindo às interações CTS no campo educacional. Segundo Strieder

(2012) o termo “*Abordagem CTS*” é empregado quando nos referimos ao presente trabalho e ao utilizá-lo ressaltamos que existem várias maneiras de abordar as relações CTS no contexto da Educação Científica.

O *Movimento CTS* ganhou expressão no contexto escolar no momento em que se desenvolvia um consenso de que era necessário formar os cidadãos em ciência e tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2002), já que a democracia pressupõe que os cidadãos tenham a capacidade de entender alternativas que lhes sirvam de base para expressar opiniões que lhes permitam tomar decisões bem fundamentadas. Nesse sentido, o objetivo do *Enfoque CTS* é propiciar a formação de amplos segmentos sociais de acordo com a nova imagem da ciência e da tecnologia que emerge ao levar em conta o contexto social. Entendemos que esse movimento se encaminhou pela necessidade de uma educação política para ação, buscando abordagens interdisciplinares, com a proposição de uma educação científica organizada em torno de problemas amplos e de interesse social (AIKENHEAD, 2003).

Segundo Santos e Mortimer (2002), desde as décadas de 1950 e 1960, currículos de ensino de ciências, com ênfase em CTS, vêm sendo desenvolvidos no mundo inteiro. Mas, segundo Krasilchik (1980), somente a partir da década de 1990, é que surgem cursos de Ciências com ênfase em CTS no Brasil, trazendo inovações educacionais no ensino de Ciências.

Os currículos com ênfase em CTS têm como objetivos os seguintes aspectos: preparar os alunos para o exercício da cidadania; promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas; abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia; e, adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico (SANTOS; MORTIMER, 2002). Portanto, esses currículos se caracterizam por uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social, com preocupação em formar cidadãos alfabetizados científica e tecnologicamente, que sejam capazes de tomar decisões e que possam

desenvolver ações responsáveis (AULER; BAZZO, 2001; SANTOS; MORTIMER 2002).

Em resumo, uma proposta curricular de CTS corresponde a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (LÓPEZ; CEREZO, 1996).

Uma vez entendido que o *Enfoque CTS* é excelente referencial para promover mudanças no ensino de Ciências, possibilitando aos alunos uma formação voltada para a educação científica que os prepara para o exercício da cidadania, contribuindo para superação de um ensino arcaico, que se limita a transmitir informações desprovidas de significados, entendemos também que é necessário que ocorram mudanças nas práticas de ensino.

As práticas pedagógicas que utilizam o referencial do *Enfoque CTS* apresentam diferentes significados, principalmente em relação à abordagem tradicional de ensino. Portanto, discutiremos aqui quais são as mudanças que se fazem necessárias em relação a elementos para a construção de programações de ensino de Ciências e Biologia baseadas no *Enfoque CTS*.

Em relação aos objetivos do ensino, quando nos referimos ao *Enfoque CTS*, verificamos que eles estão mais voltados para discussões que envolvam o estudo do impacto social da ciência e da tecnologia; debates relacionados à natureza da ciência e sobre o trabalho dos cientistas; sobre a questão da neutralidade da ciência e da tecnologia e sobre a lógica da eficiência evidente da ciência.

Do ponto de vista do *Enfoque CTS*, existe uma preocupação com os critérios para seleção de conteúdos a serem trabalhados nas aulas. Segundo Zoller e Watson (1974), há necessidade de uma mudança no eixo central de organização nos cursos de ciências, pois é necessário que se incorpore no currículo escolar conteúdos contextualizados, diferentemente das abordagens tradicionais de ensino de ciências que fecham a Ciência em si mesma, apresentando apenas conteúdos conceituais desvinculados da realidade social.

Segundo Santos (2007) muitos professores consideram o princípio da contextualização como sinônimo de abordagem de situações do cotidiano. Para

o autor, essa abordagem é desenvolvida sem explorar as dimensões sociais nas quais os fenômenos estão inseridos, ensinando-se apenas nomes científicos de agentes infecciosos e processos de desenvolvimento das doenças, mas não gerando reflexões sobre as condições sociais que determinam a existência de muitos desses agentes em determinadas comunidades. Para muitos professores a simples menção do cotidiano já significa contextualização.

Para Santos (2007) a aparente contextualização, muitas vezes, serve apenas para encobrir a abstração excessiva de um ensino puramente conceitual e enciclopédico. O autor também chama a atenção para a concepção de contextualização como método de ensino que aumenta a motivação e facilita a aprendizagem. O fato de o professor contextualizar suas aulas, não necessariamente, significa que os alunos irão aprender os conteúdos escolares, pois a inclusão de questões do cotidiano pode não implicar em discussões de aspectos relevantes para a formação do aluno enquanto cidadão.

Para formar um cidadão que não se limita a nomear cientificamente fenômenos e materiais do cotidiano ou explicar princípios científicos e tecnológicos do funcionamento de artefatos do dia-a-dia é necessário compreender as diferentes funções da abordagem de aspectos sociocientíficos. Assim, Santos (2007) assinala que a contextualização pode ser vista com os seguintes objetivos: 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano. Desse modo, o papel central do princípio da contextualização na formação da cidadania implica a necessidade da reflexão crítica e interativa sobre situações reais e existenciais para os estudantes.

Já é sabido que o conteúdo científico relacionado à teoria evolutiva é gerador de múltiplas dificuldades para os professores e, por esse motivo, o conteúdo, muitas vezes, é mal compreendido pelos estudantes, tornando-se um desafio para os educadores a contextualização desse assunto nas aulas. Dessa

forma, entendemos que seja necessária a superação desse desafio, mas, ressaltamos que não consideramos que o ensino contextualizado irá resolver todos os problemas da educação. Acreditamos que seja um dos meios possíveis para a superação do ensino arcaico presente em nossas escolas.

Por exemplo, para compreender as origens da Aids não podemos deixar de pensar evolutivamente. Segundo Meyer e El-Hani (2005) a Aids é causada por dois retrovírus, HIV-1 e HIV-2 (a sigla HIV significa *Human Immunodeficiency Virus*, “Vírus da Imunodeficiência Humana”). De acordo com as hipóteses mais aceitas atualmente, o HIV entrou nas populações humanas pelo contato e infecção com pelo menos duas espécies diferentes de primatas. Nesses primatas, foram encontrados vírus aparentados do HIV, os vírus da imunodeficiência de símios (SIV, *Simian Immunodeficiency Virus*). Esses vírus de símios sofreram um processo de evolução que deu origem a vírus capazes de cruzar a barreira entre as espécies e infectar parentes próximos, entre os quais, os seres humanos. Ou seja, a compreensão da origem da Aids demanda um entendimento de como a evolução ocorre, com reflexos inclusive para a nossa espécie. Sintomaticamente, foram os estudos da evolução molecular de retrovírus de primatas que forneceram as evidências mais convincentes sobre as origens do HIV-1 e do HIV-2. Esses estudos permitiram descobrir que a origem da doença em humanos fosse situada na África Central, por volta do começo do século XX, com a transmissão de SIVs de primatas para humanos pela exposição ao sangue daqueles animais durante a caça (MEYER; EL-HANI, 2005).

Uma das principais características do HIV é sua rápida velocidade de mutação, que resulta da alta frequência com que o material genético desse vírus sofre alterações, no processo de replicação. Essa alta taxa de mutação gera consequências importantes para a saúde humana. A exposição do vírus aos remédios antivirais seleciona as variantes de HIV resistentes aos tratamentos. Como a taxa de mutação é alta, alterações genéticas estão constantemente surgindo, facilitando o aparecimento de variantes capazes de sobreviver ao remédio (MEYER; EL-HANI, 2005).

A grande diversidade genética do HIV também dificulta o desenvolvimento de vacinas que ajudem no controle dessa pandemia, uma vez que as desenvolvidas para uma variedade do vírus podem deixar de ser eficazes quando este grupo sofrer mudanças (MEYER; EL-HANI, 2005).

A questão da origem da Aids é portanto, exemplo de um conteúdo evolutivo que pode ser contextualizado pelo professor para tratar de conceitos evolutivos como seleção natural, mutação, replicação, variação, entre outros. A contextualização desse conteúdo permite discutir aspectos de relevância social para as pessoas, bem como os aspectos tecnológicos e suas implicações, além de questões relacionadas à natureza da ciência.

Ao trabalharmos com o *Enfoque CTS*, Teixeira (2003) ressalta que as estratégias e os recursos didáticos devem ser diferenciados, pois existem possibilidades de utilização de múltiplas estratégias, sendo elas: palestras, demonstrações, sessões de questionamento, solução de problemas e experimentos de laboratório. Também podemos acrescentar jogos e simulações, fóruns e debates, projetos, redação de cartas para as autoridades, visitas a indústrias e museus, estudos de caso, ação comunitária, entrevistas, análise de dados no computador, materiais audiovisuais e, demais atividades didáticas (HOFSTEIN et al., 1988). Com tudo isso, a ideia é termos aulas mais dinâmicas, criando uma atmosfera de interação e dialogicidade que incentive a participação de todos nos estudos e discussões.

Em relação ao papel do professor e dos alunos, diante do que discutimos até o presente momento, notamos que é necessária uma mudança de perfil dos mesmos. A multiplicidade de estratégias e o ambiente de aula que as abordagens de ensino pautadas pelo *Enfoque CTS* requerem, alteram significativamente o papel do professor e dos alunos. O professor se torna uma espécie de organizador dos trabalhos, gerenciando tempo, recursos e o ambiente geral da classe (HOFSTEIN et al., 1988). As estratégias CTS pressupõem a participação ativa dos educandos, participação essa, sempre apoiada pelo professor, que assume papel de mediador no processo de ensino-aprendizagem. Assim, ocorre a descentralização do poder na sala de aula, porém, tal processo não implica a

diminuição da autoridade do professor, pois não podemos confundir a expressão dessa autoridade com qualquer espécie de manifestação de autoritarismo (TEIXEIRA, 2003). O ensino pautado pelo *Enfoque CTS* também exige dos educandos uma participação mais ativa nas aulas, que eles deixem de lado a postura passiva que assumem dentro de uma abordagem tradicional de ensino.

Outro elemento que requer mudanças é o tipo de avaliação empregado pelos professores. Se o professor decide adotar aulas mais dinâmicas e contextualizadas, se preocupando em formar seus alunos para a prática da cidadania, é preciso rever o tipo de avaliação a ser usado, pois não cabe nesse tipo de prática pedagógica a adoção de apenas provas e testes. Entendemos que os alunos devem ser avaliados durante todo o processo formativo, ou seja, a avaliação deve ter caráter processual.

Na literatura, encontramos algumas possibilidades de intervenções pautadas no *Enfoque CTS* que podem ser utilizadas no campo educacional, no qual as interações CTS podem ser utilizadas apenas como ferramenta de motivação para o estudo de um conteúdo específico ou aquelas que postulam ser essencial a compreensão das interações CTS, secundarizando o ensino dos conteúdos científicos (SANTOS; MORTIMER, 2000; AULER, 2007; STRIEDER, 2008). Dentro dessa discussão, encontramos em Garcia, Cerezo e Luján (1996) e em Aikenhead (1994) alguns tipos de implementação das interações CTS no ensino.

Garcia, Cerezo e Luján (1996) apresentam três modalidades de implementação das interações CTS, sendo elas:

- a) **Enxerto CTS:** temas CTS são introduzidos no currículo tradicional no intuito de fazer com que os estudantes compreendam as implicações da Ciência e da Tecnologia. Podem-se mencionar conteúdos CTS para tornar as aulas mais interessantes ou complementares aos temas puramente científicos (AULER, 1998).
- b) **Ciência e Tecnologia através de CTS:** os conteúdos científicos são trabalhados a partir de temas CTS. Pode ser realizado tanto em disciplinas isoladas como por meio de cursos multidisciplinares ou interdisciplinares.

- c) **CTS puro:** nesse caso, o conteúdo científico tem papel subordinado em relação às questões sociais, políticas, econômicas, etc. relacionadas com a Ciência e a Tecnologia. Em alguns casos, os conteúdos científicos podem ser apenas mencionados, sem aprofundamento.

Sobre a classificação das possíveis aplicações do *Enfoque CTS* nas aulas, Aikenhead (1994) apud Santos e Mortimer (2002), classificou-as em função da “prioridade que tem sido atribuída para cada um dos objetivos gerais de CTS e da proporção entre o conteúdo de CTS e o conteúdo puro de ciências” (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 14). Deste modo, à medida que se avança nas categorias, o conteúdo CTS aumenta progressivamente em relação ao conteúdo puro de ciências.

Quadro 1 – Categorias de ensino CTS. Adaptado de Aikenhead (1994) apud Santos e Mortimer (2000, p.15).

Categoria	Descrição
1. Estudo de conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de Ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de Ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de Ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.
3. Incorporação proposital do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.
4. Estudo de disciplina científica específica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS.	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.
5. Estudo de Ciências por meio do conteúdo de CTS.	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.
6. Estudo de Ciências totalmente desenvolvido pelo conteúdo de CTS.	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação do estudo de Ciências ao conteúdo de CTS.	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.
8. Estudo de conteúdo de CTS.	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

Para Aikenhead (1994) citado Santos e Mortimer (2002) nenhuma das categorias representa o modelo “real” de CTS; um curso que seja classificado na categoria 1, talvez não poderia nem ser considerado como CTS, devido ao baixo conteúdo CTS atribuído. Até a categoria 4 existe uma maior ênfase no ensino conceitual de Ciências. A ênfase só começa a mudar para a compreensão dos aspectos das inter-relações CTS a partir da categoria 5. Dentro da atual reforma do ensino médio, poderiam ser propostas as categorias 6 e 7, quando pensamos num ensino interdisciplinar. A categoria 8 se refere a cursos radicais de CTS, em que os conteúdos de ciências propriamente ditos praticamente não são abordados.

Diante das discussões sobre as possibilidades de aplicação do *Enfoque CTS* nas aulas, é necessário enfatizar sobre a importância da inserção da prática social, ou seja, a importância de levar em consideração o contexto socioeconômico e a realidade social em que os alunos estão inseridos, pois só assim os conteúdos formais serão convertidos em conteúdos reais, abrindo espaço para discussões democráticas sobre questões relacionadas a problemas autênticos da sociedade. Segundo Santos e Schnetzler (2014) uma característica básica das abordagens do tipo CTS é a colocação de problemas sociais nos pontos de partida e de chegada das sequências de ensino. A figura 1 apresenta um esquema proposto por Aikenhead (1990) para ilustrar qual é o modelo de abordagem que se pretende desenvolver em aulas CTS.

Figura 1: Esquema desenvolvido por Aikenhead (1990).

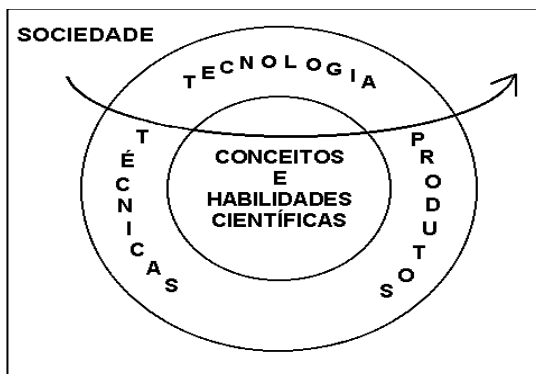
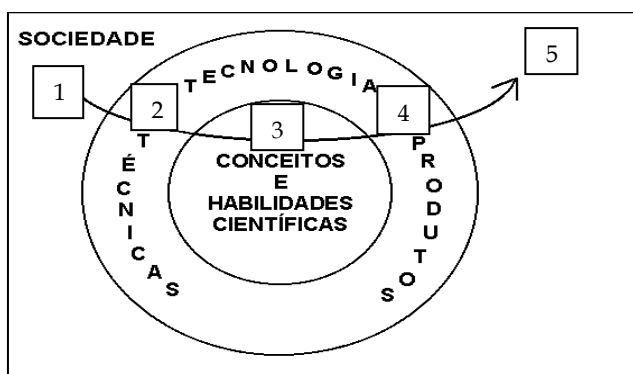


Figura 2: Adaptação do esquema proposto por Aikenhead (1990).



De acordo com o esquema representado, observamos que a seta indica a seqüência de uma abordagem de ensino CTS. De acordo com a figura 2, entendemos o esquema da seguinte maneira: (1) uma problemática retirada da sociedade é introduzida; (2) uma tecnologia relacionada ao tema é apresentada e analisada; (3) o conteúdo (conceitos e habilidades científicas) é definido e estudado em função do tema e da tecnologia relacionada. Posteriormente, (4) a tecnologia é retomada, para análise, agora com o suporte do conteúdo que foi estudado e, finalmente, (5) a questão social é rediscutida, se possível, permitindo a tomada de decisão sobre o assunto (TEIXEIRA, 2003).

Teixeira (2003) ressalta que o esquema não precisa ser interpretado de maneira inflexível, sendo possíveis adaptações e adequações conforme a circunstância que o tema a ser abordado na seqüência de ensino exigir. O ponto de partida para a introdução de um tema não precisa necessariamente ser uma problemática relacionada à sociedade. Há possibilidades de partir de qualquer dimensão da tríade CTS, mas o importante é que todas as dimensões sejam discutidas ao longo das aulas. No quadro 2, apresentamos uma possibilidade de trabalhar com um conteúdo relacionado a Biologia Evolutiva tendo como base o esquema proposto por Aikenhead (1990).

Quadro 2 – Proposta de uma seqüência de ensino inspirada no *Enfoque CTS*.

1. Questão social introduzida.	Automedicação.
2. Uma tecnologia relacionada ao tema social é analisada.	Medicamentos: antibióticos.
3. O conteúdo científico é trabalhado.	Evolução. Seleção natural e artificial; vírus e bactérias.
4. A tecnologia é estudada em função dos conteúdos.	Antibióticos – Como são produzidos? Quais são os efeitos desses medicamentos no organismo?
5. Retomada da questão social.	Discussão sobre a prática da automedicação, a partir dos conteúdos estudados, levando em consideração os aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos.

Na proposta apresentada, a questão social introduzida é automedicação; em seguida, pode-se discutir sobre os antibióticos como uma tecnologia relacionada ao tema; os conteúdos científicos a serem estudados estão relacionados à Biologia Evolutiva e à fisiologia de ação do medicamento: seleção

natural e artificial; podendo-se discutir também sobre os vírus e bactérias por se tratar de um conteúdo das ciências biológicas; para a retomada da dimensão tecnológica, em função dos conteúdos estudados, podemos abordar sobre como os antibióticos são produzidos e quais são seus efeitos no organismo; logo após a dimensão social é retomada a partir dos conteúdos científicos estudados, refletindo-se sobre os aspectos sociais (saúde pública, por exemplo), culturais, econômicos e políticos que a temática “automedicação” possibilita.

Desde a década de 1990, vem sendo desenvolvidas no Brasil pesquisas relacionadas ao *Movimento CTS*, resultando em dissertações de mestrado, teses de doutorado e publicações de artigos e livros sobre o assunto (SANTOS; AULER, 2011; SANTOS, 2007; STRIDER, 2012). Cursos de CTS têm sido propostos tanto para o ensino de ciências na educação básica, quanto para cursos superiores e até de pós-graduação. No âmbito do ensino superior, os programas CTS são oferecidos como disciplinas, cursos ou como complemento curricular para estudantes de diversas áreas. Para que o *Enfoque CTS* seja implementado nas aulas de Ciências e Biologia, é necessário que esse conteúdo seja trabalhado na formação inicial dos professores, uma vez que os licenciandos serão professores dessas disciplinas e só poderão trabalhar na perspectiva CTS se tiverem contato com os referenciais e as pesquisas dentro dessa linha temática. Entretanto, consultando a literatura, detectamos rasos casos de estudos focalizados na criação de disciplinas CTS em cursos de literatura da área.

Nesse sentido, a presente dissertação teve como um dos objetivos, planejar uma disciplina envolvendo os conteúdos evolutivos para ser aplicada junto a alunos de Licenciatura em Ciências Biológicas, tomando por base os referenciais do *Movimento CTS* para a Educação em Ciências, pois essa também se configura como uma forma de disseminação do *Movimento CTS* no ensino superior.

1.5 - Ensino de Evolução

Para melhor situarmos o nosso objeto de estudo, nesta seção faremos uma breve revisão sobre os problemas relativos ao ensino de Evolução e sua abordagem por meio das pesquisas realizadas na área de Educação em Ciências.

Se examinarmos a literatura, encontramos uma diversidade de pesquisas que discutem as dificuldades relacionadas ao ensino de Evolução. Como existe uma vasta literatura sobre o assunto e esta dissertação não daria conta de esgotar todas essas discussões, sendo que também não foi essa a nossa pretensão, faremos uma análise de trabalhos apresentados nas edições III e IV do Encontro Nacional do Ensino de Biologia (ENE BIO), fazendo um recorte focalizado apenas nos trabalhos que abordavam diferentes conceitos da Teoria da Evolução, como seleção natural, adaptação e o próprio conceito de evolução.

Nesses trabalhos encontramos evidências sobre as dificuldades dos licenciandos em relação à aquisição de conhecimentos que dizem respeito à temática Evolução (KATO; FRANCO, 2012; LIMA; ARAÚJO, 2012; SOARES; DORVILLÉ, 2012; ALMEIDA; SEPÚLVEDA, 2010; RIBEIRO et al., 2010).

Em geral, os trabalhos mostram que os conceitos relacionados à Biologia Evolutiva são mal compreendidos por grande parte dos estudantes. Notamos que ao ensinar os conceitos evolutivos os educadores precisam deixar claro que a evolução não ocorre no sentido de melhoramento. A maioria dos estudantes não compreende o conceito de evolução por associá-lo a ideia de progresso. Para eles, evoluir é progredir, é melhorar! O conceito de adaptação é, muitas vezes, entendido pelos alunos como algo gerado de forma deliberada, no qual o indivíduo que expressa certa adaptação, em certas condições, possuía consciência de que era necessário se adaptar. Alguns alunos não entendem que as características já estavam presentes na população e aqueles indivíduos que as possuíam tiveram vantagens adaptativas em relação aos demais que não possuíam tais características.

O conceito de seleção natural também cria dificuldades para os estudantes. Muitos possuem dificuldades na definição do conceito e também na compreensão da importância da seleção natural para o processo evolutivo como um todo.

Com isso, é possível notar que é cada vez mais necessário rever a formação dos professores de Biologia em relação a conteúdos ligados à Biologia Evolutiva. Observamos que a formação inicial não tem dado condições necessárias para que

muitos desses alunos compreendam de forma adequada os diferentes conceitos que estão relacionados à Teoria da Evolução. Isso é preocupante pelo fato dessa teoria ser considerada pela comunidade científica o eixo central para a unificação da própria Biologia enquanto Ciência (FUTUYMA, 2002). Para a comunidade científica, segundo Futuyma (2002), a Biologia Evolutiva ocupa lugar central dentro das Ciências Biológicas, pelo fato de procurar explicar todas as características dos organismos, pois ela é a ciência que estuda a história da vida e dos processos que levaram a sua diversidade, baseando-se nos princípios da adaptação, no acaso e na história.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas, é imprescindível proporcionar o conhecimento sobre a Teoria da Evolução dentro desses cursos, pois as próprias diretrizes afirmam que “o estudo das Ciências Biológicas deve possibilitar a compreensão de que a vida se organizou através do tempo, sob a ação de processos evolutivos” (BRASIL, 2001). Sendo assim, o entendimento da teoria é algo fundamental para os biólogos e para os professores de Biologia. Os resultados das pesquisas que tomam como objeto de estudo o ensino e a aprendizagem da evolução biológica se tornam muito relevantes para o ensino dessa temática, pois evidenciam a importância do desenvolvimento de práticas pedagógicas mais sistemáticas voltadas para o ensino dessa teoria.

Com efeito, a partir desse ponto, faremos uma breve apresentação dos resultados alcançados pelas pesquisas apresentadas nos Encontros Nacionais de Ensino de Biologia, em suas edições III e IV (ENE BIO, 2010 e 2012).

Em uma pesquisa sobre as concepções de licenciandos em Ciências Biológicas em relação ao conceito de seleção natural, publicado no IV ENE BIO, Kato e Franco (2012) relatam que os licenciandos, em alguns momentos, apresentam concepções que se aproximam do campo científico e, em outros momentos, apresentam concepções que estão distantes dos conhecimentos científicos. Em certos casos, os alunos abordaram outros elementos, conceitos e termos de diferentes áreas das Ciências Biológicas para definir seleção natural. E ainda há ideia de seleção artificial juntamente com a de seleção natural,

evidenciando a não compreensão deste conceito. Os autores afirmam que é preciso rever tal conceito na formação de professores, visto que é uma noção fundamental para a teoria evolutiva, fundamentando todos os estudos da biologia atual (KATO; FRANCO, 2012).

Outro trabalho, desta vez publicado no III ENEBIO, teve como objetivo caracterizar a interpretação do conceito de adaptação e a compreensão da Teoria Darwinista apresentadas por formandos do curso de Ciências Biológicas da UEFS. Neste trabalho, os autores adotam o conceito de adaptação apresentado por Sober (1993) em que:

A é uma adaptação para a tarefa T na população P se e somente se A se tornou prevalente em P porque houve seleção para A, sendo que a vantagem seletiva de A foi devida ao fato de A ter auxiliado no desempenho da tarefa T (SOBER, 1993, p. 208).

Os autores afirmam que os estudantes apresentaram diferentes formas de explicar o conceito de adaptação. A maioria deles se mostra comprometido com a perspectiva adaptacionista; eles explicam a origem da adaptação como ação direta da seleção natural, sem levar em conta qualquer outro mecanismo. Outros estudantes explicam a adaptação como um processo de transformações de membros individuais de uma espécie, e ainda, houve estudantes que utilizaram elementos teleológicos para explicar processos adaptativos das espécies, se afastando da definição proposta por Sober (1993). Com base nessas análises, Almeida e Sepúlveda (2010) concluíram que muitos estudantes investigados reconhecem a centralidade do conceito de adaptação no pensamento evolutivo e a importância dele para o ensino e a pesquisa em Biologia, mas, poucos têm ideia da polissemia do conceito na linguagem social da ciência e do senso comum. Observamos que quando os alunos não possuem domínio dos conteúdos científicos sobre os conceitos da Teoria da Evolução, acabam explicando estes conceitos com ideias vindas do senso comum. (ALMEIDA; SEPÚLVEDA, 2010).

“Evolução biológica: aspectos da formação inicial de professores e a prática docente” é o título de outro trabalho publicado no IV ENEBIO. Segundo Lima e Araújo (2012) o estudo teve por objetivo conhecer aspectos da formação inicial e da prática docente de professores de Ciências Biológicas com relação ao

tema Evolução. Com base em análises da produção textual dos discentes, os pesquisadores observaram que a falta de clareza em relação aos conceitos evolutivos é preocupante, pois esta dificuldade pode influenciar a prática docente deste futuro profissional. O conceito de adaptação representa grande dificuldade para os discentes. Por exemplo, um dos acadêmicos investigados considerou progredir como sinônimo de adaptação. O acadêmico afirma que *“podemos dizer que ao passar do tempo, progredimos mais e mais no sentido de nos habituarmos com as exigências que o meio exige para a sobrevivência”...* (A3). Devido à polissemia destes conceitos em relação à linguagem cotidiana, a confusão em torno desses conceitos é inevitável. Por este motivo, cabe aos educadores, em sua prática pedagógica, enfatizar quais são os fatores evolutivos, pois o entendimento destes é de suma importância para o entendimento da Teoria Evolutiva. É importante que os educadores tenham domínio deste conteúdo para que uma possível dificuldade em relação a este tema não venha a prejudicar os seus discentes no processo de ensino-aprendizagem (LIMA; ARAÚJO, 2012).

Outro estudo publicado no IV ENEBIO, denominado *“Análise das definições de evolução biológica por parte de licenciandos de Ciências Biológicas da UERJ/FFP”*, analisa as concepções de licenciandos de Ciências Biológicas sobre a origem da diversidade biológica. Neste trabalho, os pesquisadores analisam as respostas dos licenciandos à seguinte questão: *“Como você definiria evolução biológica?”*

Após as análises, os pesquisadores concluíram que o conceito de evolução biológica, de modo geral, é bem compreendido pela maioria dos alunos, destacando-se como uma abordagem inicial mais simples e clara que pode ser explorada pelo professor em sala de aula. Mas, os autores enfatizam que ao ensinar a evolução, faz-se necessário (ao educador) um conhecimento científico do assunto, enfocando o processo sem uma finalidade determinada, progressista, adaptacionista ou guiada pelo meio, estes aspectos foram diagnosticados como principais erros sobre o tema neste trabalho (SOARES; DORVILLÉ, 2012).

Publicado no III ENEBIO sob o título *“Teoria Darwinista da Evolução: identificação de concepções teleológicas entre estudantes do primeiro período de*

graduação em Ciências Biológicas”, este estudo investigou de que forma a teleologia pode representar um entrave à compreensão do processo de evolução das espécies entre estudantes do primeiro período do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal Fluminense. Analisando as concepções dos estudantes, os pesquisadores observam que são poucos os estudantes que chegam ao primeiro período do curso de Ciências Biológicas com um pensamento correto sobre o processo evolutivo. O pensamento teleológico, finalista, ocorre de forma frequente nos depoimentos dos alunos. A adaptação é vista pelos estudantes como o objetivo do processo evolutivo, e que a sobrevivência ou a perpetuação de uma espécie é vista como objetivo primordial do processo e não como algo decorrente da seleção natural. Os autores concluíram que a maioria dos estudantes sustenta concepções teleológicas (RIBEIRO et al., 2010).

Em análise geral dos trabalhos apresentados, podemos concluir que os conceitos relacionados à Biologia Evolutiva são mal compreendidos por grande parte dos estudantes. Essas pesquisas mostram que o fato de algumas palavras serem utilizadas no dia a dia e também pela Teoria da Evolução, com diferentes significados, aumenta muita mais a dificuldade de compreensão apresentada pelos alunos. Em função disso, ao ministrarem os conceitos evolutivos, os educadores precisam deixar claro que a evolução não ocorre no sentido de melhoramento e que o processo evolutivo não possui uma finalidade, isto é, ele não é guiado ou conduzido para algo pré-determinado. Segundo Mayr (2005) “talvez nenhuma outra ideologia tenha influenciado a Biologia mais profundamente que o pensamento teleológico” (MAYR, 2005, p. 55).

Diante da análise dos resultados dessas pesquisas, fica evidenciado que é cada vez mais necessário o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais sistemáticas voltadas para o ensino de evolução. Outras pesquisas também evidenciam as inúmeras dificuldades no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos evolutivos. Assim, percebemos que muitos conceitos incorretos continuam sendo amplamente disseminados pelos professores.

Pesquisas como de Bizzo (1991), Santos e Bizzo (2000), Santos (2002), Carneiro (2004), Goedert (2004), Bellini (2006) e muitas outras, sinalizam a presença de dúvidas, divergências e polissemia de conceitos entre estudantes do Ensino Básico, graduandos do curso de Biologia, professores de Biologia e em livros didáticos quando esses materiais enfocam o assunto.

Bizzo (1991) realizou uma ampla pesquisa analisando aspectos do ensino e da aprendizagem da teoria da evolução em propostas curriculares, em livros didáticos e na concepção de estudantes, por meio de questionários e entrevistas. Na opinião do autor, o resultado da análise das respostas dos questionários foi preocupante. Segundo Bizzo (1991) a maioria dos estudantes apresentou concepções divergentes às explicações consideradas válidas no escopo científico atual. Os alunos entendem a evolução como progresso, crescimento, multiplicação e melhoramento. Além disso, tanto os livros didáticos, quanto os documentos curriculares (da época), configuravam-se como agentes mantenedores do distanciamento entre os conceitos científicos e as opiniões dos estudantes por estarem permeados de falhas (BIZZO, 1991).

O autor ressalta que também foi identificada a influência de princípios religiosos no processo de aprendizagem das teorias evolutivas, principalmente em relação à origem e evolução humana. Para Bizzo (1991), a forma como os conteúdos são ministrados para os estudantes também prejudica a aprendizagem. Portanto, o principal problema ainda estaria na forma como o conhecimento científico é organizado e apresentado aos estudantes. O estudo mostrou que uma versão simplista do desenvolvimento das teorias biológicas é apresentada aos estudantes, sem levar em consideração as concepções deles a esse respeito (BIZZO, 1991).

Santos (2002) confirma com seu trabalho que os estudantes apresentam dificuldades na aprendizagem de conceitos relacionados à Biologia Evolutiva. Segundo a autora, grupos de estudantes têm a ideia de seleção natural atrelada ao significado utilizado no cotidiano, sendo esta relacionada à competição entre fortes e fracos. O conceito de adaptação também gera dificuldades, na qual os estudantes utilizam uma definição diferente da definição proposta pela teoria

evolutiva. Segundo a autora, quando se diz que os indivíduos estão adaptados, não se quer dizer que eles ajustaram suas características por vontade própria, e sim que, devido à presença de determinadas características, que os diferenciam dos demais indivíduos da população, essas características conferiram a esses indivíduos maior adaptação, pela ação da seleção natural, assim aumentando suas chances de sobrevivência e reprodução (SANTOS, 2002).

Carneiro (2004) identificou as concepções que professores de Biologia do Ensino Médio possuem a respeito da Evolução Biológica. Para isso a autora analisou 75 textos sobre o tema produzidos pelos professores não licenciados da Rede Estadual da Bahia. Nesses textos, foram identificados uma série de equívocos conceituais relacionados ao domínio do conhecimento científico e dificuldades de abordagem do tema Evolução Biológica, no contexto do ensino de Biologia. A autora identificou que apesar do papel central ocupado pela Biologia Evolutiva entre as ciências da vida, ela ainda não representa, nos currículos educacionais, uma prioridade à altura de sua relevância intelectual e de seu potencial para contribuir para as necessidades da sociedade (CARNEIRO, 2004).

Bellini (2006) avaliou o conceito de evolução em 12 livros didáticos brasileiros publicados entre os anos de 1991 e 2004. Segundo a autora, foram encontradas reiteradamente o uso de analogias como a da “escada” ou de “degraus da escada” nas explicações evolutivas. Suas conclusões confirmam a presença de divergências sobre o tema. Segundo a autora a passagem das ciências para os livros didáticos é feita em versão anti-científica, com modelos inconsistentes e com vocabulário reducionista, que provoca uma adesão imediata à teoria, mas esmorece em seguida, pois não permite novas aberturas para a compreensão de fenômenos evolutivos (BELLINI, 2006).

Observamos que muitos são os problemas apresentados na literatura sobre o processo de ensino-aprendizagem relacionados a teoria evolutiva. Assim, acreditamos que a formação inicial deveria proporcionar aos licenciandos a aprendizagem sobre os conteúdos evolutivos, mas que a prática pedagógica desse conteúdo também seja discutida, afim de que os futuros professores

tenham consciência sobre a importância da Teoria da Evolução para a compreensão da própria Biologia enquanto Ciência.

Na sala de aula, o professor deveria agir como pesquisador, segundo Santos (2002), sem a atitude investigativa em relação à atividade docente, nosso entendimento das “dificuldades dos estudantes”, bem como de nossas próprias intervenções, certamente tenderão a ser mera reprodução do que já é “senso-comum” (SANTOS, 2002, p. 125).

Para tecer algumas considerações a respeito da formação inicial dos professores de Ciências e Biologia, entendemos que é preciso compreender o que estamos chamando de formação. Segundo Ferreira (2000) formação é entendido como ato de educar-se, instruir-se, preparar-se. Com isso, utilizaremos nesta dissertação o conceito de formação de professores estabelecido por Garcia (1999) que entende como formação um:

Processo sistemático e organizado mediante o qual os professores – em formação ou em exercício – se comprometem individual e coletivamente em um processo formativo que, de forma crítica e reflexiva, propicie a aquisição de conhecimentos, destrezas e habilidades que contribuam no desenvolvimento de sua competência profissional (GARCIA, 1999, p. 30).

O autor assinala que a formação dos professores deve acontecer de forma crítica e reflexiva. Assim, entendemos que refletir sobre a prática docente na formação inicial deve acontecer por meio da pesquisa, pois a pesquisa educacional é relevante à medida que apresenta reflexões e soluções para problemas vivenciados na educação. É por meio da pesquisa que se consegue melhorias na formação de professores e para o próprio processo aprendizagem em todos os níveis de ensino. Entendemos que a formação inicial deve proporcionar aos futuros professores, condições para que eles reflitam sobre sua futura profissão, para que esses não ministrem aulas de forma tradicional¹,

¹Mizukami (1986) assinala que na abordagem tradicional o ensino é centrado no professor que tem como função transmitir o conhecimento aos alunos, independentemente do interesse ou vontade deles. Trata-se de um ensino baseado na *educação bancária*, ou seja, uma educação que se caracteriza por “depositar” no aluno, conhecimentos, informações, dados, fatos etc. Esse paradigma de ensino também é criticado por Paulo Freire em vários momentos (FREIRE, 1974).

paradigma tão criticado por muitos professores, mas que mesmo assim continua sendo o padrão que sustenta o trabalho da maior parte dos docentes.

Com isso, acreditamos que o *Movimento CTS* pode contribuir de forma significativa para a formação dos professores, uma vez que se trata de um campo de trabalho acadêmico, no qual o seu objeto de estudo tem base em aspectos sociais da ciência e da tecnologia (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003). Acreditamos que a aplicação do *Movimento CTS* no currículo dos cursos contribuiria para melhorias na aprendizagem dos alunos no tocante aos conceitos evolutivos e na compreensão sobre aspectos relativos à natureza da ciência, despertando nos licenciandos uma maior identificação com a docência, que deve ser vista como uma atividade intelectual transformadora.

É necessário mobilizar os licenciandos para uma postura de valorização dos pressupostos do *Movimento CTS* para a prática pedagógica, podendo assim gerar possibilidades da inserção do trabalho com o *Movimento CTS* no projeto pedagógico de nossas escolas, pois o *Movimento CTS* deve ser entendido como uma proposta curricular e não apenas como uma metodologia de ensino.

1.6 - Evolução Biológica e as possíveis articulações com o *Movimento CTS*

Nesta seção, trazemos algumas reflexões sobre as possíveis formas para articulação de conteúdos evolutivos a partir dos referenciais do *Movimento CTS*. Buscamos na literatura aspectos relacionados à Biologia Evolutiva que nos permitissem fazer articulações com a tríade CTS, ou seja, aspectos que possibilitariam discutir dimensões científica, tecnológica e social, potencialmente associadas a conteúdos evolutivos.

Optamos por trabalhar com a articulação da tríade CTS devido a sua ampla relação com os objetivos desta pesquisa. É nossa opinião que, construir conexões CTS a partir do conteúdo evolutivo nos permitiria ministrar esses conteúdos de maneira mais significativa, mostrando que o conteúdo ligado à Evolução está o também ligado às questões tecnológicas e sociais, o que muitas pessoas não conseguem enxergar. Ao usar os referenciais do *Movimento CTS*, articulados com as questões evolutivas, estamos pensando em possibilidades de

tornar o processo de ensino-aprendizagem dessa temática o mais dinâmico possível. A nosso ver, com isso, os licenciandos, futuros professores de Biologia, podem levar para suas aulas um novo olhar sobre o ensino de Evolução e proporcionar ganhos formativos para seus alunos.

Com o desenvolvimento da proposta planejada para desenvolvermos esta pesquisa, pretendíamos mostrar para os alunos porque a Evolução é considerada o eixo estruturante para a própria Biologia enquanto Ciência. Compreender a própria Biologia e como esta se estruturou como Ciência é fundamental para todo biólogo, e para isso é imprescindível compreender a Evolução Biológica, pois é ela quem vai dar a Biologia o *status* de Ciência e, por esse motivo, é considerada como o eixo unificador das Ciências Biológicas.

Outra coisa que nos chamou a atenção foi o fato de não encontrarmos na literatura trabalhos que articulassem os conteúdos da Biologia Evolutiva aos referenciais do *Movimento CTS*, mas encontramos pesquisas na área de Educação em Ciências que mostram ser possível articular os conteúdos de diversas áreas das Ciências da Natureza aos referenciais do *Movimento CTS*.

Um exemplo é encontrado nas pesquisas do Grupo de Pesquisa em Educação Científica e Movimento CTS (GP-CTS), vinculado à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores. Com base nas análises e discussões dos dados dessas pesquisas, observamos que é possível a realização de práticas mais sistemáticas para o ensino de Ciências, Biologia e Química a partir dos referenciais do *Movimento CTS* que contribuam de forma significativa para a formação docente (BITENCOURT, 2013; SOUSA, 2013; SANTANA, 2014; PORTO, 2014).

Essas pesquisas apresentam os limites e as possibilidades dessa abordagem para o ensino de Ciências, Biologia e Química, caracterizando-a como uma forma de dinamizar o processo de ensino e aprendizagem, trazendo sentido e significado para a vida dos alunos, no que diz respeito aos conteúdos científicos. São pesquisas de natureza interventiva, que testaram sequências didáticas, nas quais os conteúdos científicos foram abordados a partir dos

pressupostos defendidos pelo *Movimento CTS*, englobando as três dimensões da tríade CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no decorrer das aulas.

Todas essas pesquisas tiveram o objetivo de desenvolver estudos teóricos e pesquisas empíricas sobre o impacto da aplicação das ideias oriundas do *Movimento CTS* no ensino de ciências na escola básica na educação superior, tendo como linhas de pesquisa, “Ensino e Aprendizagem” e “Estudos Teóricos em CTS”.

A partir de agora, apresentaremos possíveis maneiras de relacionar os conteúdos evolutivos, tomando por base os referenciais do *Enfoque CTS* para a Educação em Ciências, evidenciando que é possível a articulação da tríade CTS com os conteúdos evolutivos, de modo que esses possam ser aplicados nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas permitindo uma reflexão crítica e participativa de todos os envolvidos.

Encontramos no livro “*Evolução, Ciência e Sociedade*” de Douglas J. Futuyma, publicado em 2002, pela Sociedade Brasileira de Genética, interessantes contribuições sobre o uso da Biologia Evolutiva para a sociedade, sobretudo no que diz respeito à saúde humana e medicina, à agricultura e recursos renováveis, à descoberta de produtos naturais úteis, o gerenciamento e conservação ambiental e à análise da diversidade humana.

No que se diz respeito à saúde humana e Medicina, Futuyma (2002) discorre sobre as “doenças genéticas [que] são causadas por variantes de genes ou de cromossomos, embora a expressão de tais condições, muitas vezes, seja influenciada por fatores ambientais (inclusive sociais e culturais) e pela constituição genética de outros locos do indivíduo” (FUTUYMA, 2002, p. 20). O autor afirma que muitas doenças genéticas causam dificuldades de aprendizado e distúrbios de comportamento, contribuindo para o sofrimento humano e exigindo recursos médicos, educacionais e de assistência social. A genética de populações, que é regida por quatro forças evolutivas (seleção natural; deriva gênica; mutação; fluxo gênico) têm como foco de estudo as frequências alélicas, e pode ser aplicada de imediato a duas tarefas: determinar as razões da frequência

de um alelo deletério e estimar a probabilidade de que uma pessoa herde o alelo ou desenvolva o traço (*idem*).

No caso das doenças que são causadas por variantes genéticas, a seleção natural atua mantendo alelos deletérios na população. Futuyma (2002) exemplifica essa situação utilizando o caso da alta frequência de alelos para siclemia (anemia falciforme) e várias outras hemoglobinas defeituosas em algumas localidades, nos quais, algum agente seletivo estaria agindo para aumentar a frequência desses alelos na população. Os geneticistas notaram que a distribuição geográfica desses alelos sugeria alguma associação com a malária. O que veio a ser confirmado com os resultados de pesquisas realizadas posteriormente, evidenciando que esses alelos eram mantidos na população porque os portadores possuíam maior resistência à malária. Em ambientes com condições normais, ou seja, sem a presença da malária, esses alelos sofrem grande pressão seletiva negativa, gerando baixa frequência na população. Neste caso, podemos compreender porque os portadores de uma vantagem adaptativa, isto é, a resistência à malária, também possuíam alelos para siclemia. Deste modo, entendemos que uma vantagem adaptativa pode manter alelos deletérios nas populações, desde que eles representem alguma vantagem adaptativa.

A partir desse exemplo, notamos que a articulação da tríade *CTS* é possível, no qual podemos destacar como dimensão científica, ou seja, o conteúdo relacionado às doenças genéticas e como a seleção natural tem atuado mantendo os alelos para siclemia na população; a dimensão tecnológica pode ser trabalhada tendo como exemplo os exames clínicos que identificam a probabilidade de doenças genéticas; e a dimensão social por meio de discussões sobre a importância dos casais conhecerem a probabilidade de seus filhos herdarem doenças genéticas, sobre a importância dos estudos evolutivos relacionados à associação dos alelos para siclemia com a resistência a malária, sabendo que a malária é uma doença negligenciada, típica de países subdesenvolvidos, o que demanda discussões sobre aspectos socioeconômicos e políticas públicas que envolvem o quadro de manutenção de doenças tropicais nos países mais pobres.

Futuyma (2002) ressalta que pode ser importante para os casais conhecerem a probabilidade de que seus filhos herdarem doenças genéticas, especialmente se elas já ocorreram em sua história familiar (p. 20). Mas, alguns questionamentos devem ser feitos, devido ao fato de seres vivos estarem inseridos neste processo. Uma vez que os pais tenham conhecimento de alguma doença ou síndrome presente naquele feto, isso lhes dá o direito de decidir ter ou não este filho? Essa é uma questão em aberto na comunidade científica e na sociedade em geral, porque, por mais que essa questão seja discutida, é possível que não haja consenso em torno do tema. Atualmente existem muitos exames clínicos relacionados à gestação e fertilização, mas até que ponto pode se interferir nesse processo que teoricamente deveria ser algo natural?

Pensando no campo educacional, entendemos que o ensino deve ser problematizador, levando os alunos a refletir sobre questões que estão presentes na sociedade, e não tomar como verdade tudo o que a mídia apresenta. Entendemos que o professor deve ser questionador, levando seus alunos a pensar criticamente sobre fatos descritos pela mídia, principalmente no que diz respeito à ciência e a tecnologia. Mas o professor deve ser formado para isso; a formação deve acontecer se baseando na racionalidade crítica, uma vez que esse tipo de racionalidade “propõe a formação de professores a partir da análise do contexto histórico, político e social, identificando as ideologias subjacentes, ao mesmo tempo em que reconhece a prática pedagógica como atividade social e política” (SOUZA, 2013). Portanto, abordar esse conteúdo e discutir questões desse tipo pode despertar nos alunos pensamento mais crítico e reflexivo diante dessas questões, para que eles não tomem como verdade que a ciência é neutra e que tudo que nela é produzido está isento de interesses.

Outro exemplo que podemos citar é o caso das doenças infecciosas, no qual observamos a ocorrência de seleção natural em nosso cotidiano. Meyer e El-Hani (2005) afirmam que ao longo de muitos anos diversos estudos foram desenvolvidos para mostrar que a seleção natural de fato ocorre na natureza. Um dos exemplos citados refere-se ao uso indiscriminado de antibióticos pelo homem. O uso desnecessário desses medicamentos pode trazer problemas no

contexto da saúde pública, pois uma vez que utilizamos antibióticos, estamos selecionando bactérias que possuem características genéticas que lhes permitem resistência. Essas novas populações mais resistentes acabam substituindo a população de bactérias não resistentes e, com o passar do tempo, a população bacteriana como um todo se torna resistente. Com isso, se o indivíduo vier a contrair uma infecção grave, ele terá maiores chances de estar carregando bactérias resistentes. O surgimento de populações bacterianas resistentes é um exemplo bastante convincente de que esse processo é movido pela seleção natural, na qual os agentes seletivos são os antibióticos, e as bactérias que possuem características vantajosas na presença do antibiótico são “favorecidas” por este processo (MEYER; EL-HANI, 2005).

No caso das doenças infecciosas e o uso indiscriminado dos antibióticos, Futuyma (2002) menciona sobre a potencial rapidez de evolução de micro-organismos sem populações naturais, muitos dos quais têm tempos de geração curtos e populações imensas, causando implicações importantes, sendo que uma delas é a lição de Evolução que deveríamos ter aprendido há muito tempo, sendo ela: a de que os patógenos se adaptam a uma seleção consistente e forte, induzida pelo uso amplo e intensivo de drogas terapêuticas. O autor ressalta que a resistência aos antibióticos evoluiu na bactéria da tuberculose, no protozoário da malária, e, em muitos outros organismos vetores de doenças, tornando ineficazes os controles terapêuticos que antes eram consideravelmente efetivos. Muitos desses organismos são resistentes a drogas, porque frequentemente genes de resistência a antibióticos são transferidos entre espécies de bactérias. Futuyma (2002) afirma que a evolução da resistência a drogas aumentou muito o custo do tratamento, aumentou a morbidade e a mortalidade, despertando o receio de que muitas doenças infecciosas sejam intratáveis no futuro. Mas, os cientistas que se dedicam ao estudo da Teoria da Evolução sugerem que um futuro tão terrível possa ser prevenido pela redução da seleção para resistência a antibióticos, mas, para isso, é necessário que o uso dos antibióticos seja feito de maneira criteriosa, reduzindo a utilização dos mesmos de forma indiscriminada (FUTUYMA, 2002).

Esse é outro exemplo que demonstra que é possível a articulação da tríade CTS com os conteúdos evolutivos. O uso indiscriminado dos antibióticos também pode ser entendido como automedicação, sendo este um tema que pode ser trabalhado nas dimensões científica, tecnológica e social. Richetti e Alves Filho (2009) afirmam que o tema automedicação pode ser trabalhado na disciplina Biologia sendo relacionado com os seguintes conteúdos: prevenção e cura de doenças; medicamentos produzidos a partir de seres vivos; corpo humano e saúde; vírus e bactérias e novas vacinas. A temática em questão também permite discutir quais os fatores que levam ao uso indiscriminado de medicamentos. Por que grande parte da população exerce a prática da automedicação? Quais as implicações dessa prática para a saúde pública? Sabemos que no Brasil há diversos casos de hospitais infectados com colônias de superbactérias, e que esse problema não tem ganhado muita atenção por parte do governo, portando cabe questionar: Quais são as responsabilidades dos ambientes de saúde que possuem colônias de superbactérias? Quais medidas devem ser tomadas para o controle e prevenção desse problema? Quais as responsabilidades do governo em relação às pessoas que foram infectadas nesses hospitais? Segundo Richetti e Alves Filho (2009) essa temática pode ser abordada de forma multidisciplinar, ou seja, articulando conhecimentos de outras áreas.

Quanto à agricultura e os recursos naturais, Futuyma (2002) afirma que a variação genética é o elemento fundamental. Para os biólogos que estudam a Evolução, sem a variação genética não haverá sucesso na agricultura. Uma plantação extensa e geneticamente homogênea se torna alvo fácil para patógenos de plantas ou outras pragas que se adaptarão a ela e se propagarão rapidamente. Por esse motivo é importante que a diversidade genética seja mantida nas plantações.

Futuyma (2002) traz como exemplo para essa situação a epidemia de ferrugem da folha de milho que aconteceu no sul dos Estados Unidos, em 1970, causando perda econômica estimada em 1 bilhão de dólares. Aconteceu que em mais de 85% da área plantada com milho, tinham sido utilizadas cepas portadoras de um fator genético (*Tcms*) que impede o desenvolvimento de flores

masculinas, o que de fato era útil para produzir variedades híbridas uniformes. Entretanto, o fator *Tcms* tornou o milho suscetível a uma espécie mutante do fungo *Phytophthora infestans*, que se difundiu rapidamente por todo o Cinturão do Milho (Corn Belt) e para além dele. “Somente a combinação de condições climáticas favoráveis com a ampla plantação de milho de constituição genética normal impediu a ocorrência de uma ferrugem ainda mais devastadora em 1971” (FUTUYMA, 2002, p. 25).

Esse é um exemplo da importância da variabilidade genética na população, pois a seleção natural não atua de maneira aleatória. Por esse motivo, não é viável para os agricultores cultivarem uma plantação uniforme e geneticamente homogênea, pois se ocorrer alguma mudança no ambiente, como a presença de uma praga, a população como um todo irá sofrer, devido a pouca variabilidade genética.

Futuyma (2002) alega que as pragas agrícolas representam anualmente um enorme ônus econômico em perda de safras e medidas de controle. Isso, sem contar os perigos para a saúde pública e para o meio ambiente, resultantes do uso excessivo de pesticidas químicos nos últimos 40 anos. Lembra o autor que mais de 500 espécies de insetos apresentaram resistência a um ou mais tipos de inseticidas, apontando ainda que nos Estados Unidos, a resistência a pesticidas aumentou em US\$1,4 bilhão o custo anual de proteção dos produtos agrícolas e florestais. Por esse e outros motivos, muitos cientistas evolucionistas vêm contribuindo com seus estudos para retardar ou impedir a evolução da resistência de pragas, com o uso rotativo de diferentes medidas de controle, como a combinação criteriosa de controles químicos e não-químicos. Entre eles, dois métodos não-químicos foram muito beneficiados pelo conhecimento e pela Teoria da Evolução: o uso de inimigos naturais e o cultivo de resistência que consiste em promover a seleção da resistência em plantas. No laboratório, os cientistas fazem uma triagem dos genes que conferem resistência, introduzindo a seguir esses genes, por meio de cruzamentos, em cepas cultivadas com outras características desejáveis (FUTUYMA, 2002).

Com o avanço da tecnologia hoje existem áreas ligadas à Biologia Evolutiva, como a Engenharia Genética, que possibilita a transferência de genes de praticamente qualquer espécie para outra. Neste caso, estaríamos mencionando genes com traços ligados à tolerância ao calor, a resistência a doenças e a insetos, substâncias químicas que conferem sabores, odores e muitas outras características, que estarão disponíveis numa espécie de “biblioteca genética” que poderá ser utilizada no futuro. Mas para isso, é necessário que a biodiversidade não seja perdida (FUTUYMA, 2002).

Futuyma (2002) afirma que mais de 20.000 plantas diferentes foram listadas pela *Organização Mundial da Saúde* como tendo sido utilizadas para fins medicinais em populações humanas e uma fração substancial delas é realmente eficaz no tratamento de doenças como a malária, o câncer de mama, a leucemia e vários outros tipos de câncer. Diversos produtos naturais são aplicados pela indústria sendo usados como aromatizantes, emulsificantes e aditivos em alimentos. Os microrganismos fornecem não somente produtos, mas também processos bioquímicos úteis, como, por exemplo, nas *biossínteses* de antibióticos, solventes, vitaminas e biopolímeros; nas *biodegradações* como na decomposição de resíduos tóxicos; e nas *biotransformações* em esteróides, compostos quirais e outros compostos desejados (FUTUYMA, 2002).

A exploração da biodiversidade para a obtenção de novos produtos naturais constitui ponto de grande interesse para os cientistas. Segundo Futuyma (2002), duas áreas da Biologia Evolutiva estão diretamente ligadas a essa exploração, sendo elas, a Sistemática, que fornece o inventário dos organismos e de suas relações filogenéticas, que são essenciais para a organização e previsão das características dos organismos e a Ecologia Evolutiva que trata da análise das adaptações, apontando para organismos cujas necessidades adaptativas podem produzir características que talvez possam ser utilizadas pelos seres humanos (FUTUYMA, 2002).

Nesse sentido, o autor demonstra que os neurobiólogos quando procuravam por inibidores de neurotransmissores para fins de pesquisa foram levados, com sucesso, para os venenos de certas cobras e aranhas, organismos

que desenvolveram justamente inibidores desse tipo para dominar suas presas; os fungos, por exemplo, liberam antibióticos para controlar competidores bacterianos e também existem plantas que armazenam milhares de compostos para repelir seus inimigos naturais. Futuyma (2002) afirma que o estudo evolutivo-ecológico dessas adaptações está apenas começando a revelar compostos que merecem maior atenção.

Do ponto de vista do *Movimento CTS*, concordamos que a descoberta de produtos naturais úteis também é um assunto que pode ser discutido a partir da tríade *CTS*. Por exemplo, ao ministrar o conteúdo científico sobre Botânica, o professor pode mostrar aos alunos como as plantas são utilizadas pelas indústrias, principalmente a farmacêutica. Também não podemos esquecer que muitas pessoas entendem a tecnologia apenas como sendo a aplicação prática da ciência, para produzir artefatos com a intenção de melhorar a qualidade de vida das pessoas. Auler (2002) ressalta que algumas pessoas atribuem os problemas da poluição causados pelos produtos tecnológicos apenas a aspectos estruturais, macro-econômicos, relacionados ao mau uso, ao não uso, à apropriação desigual, à falta de uma política ambiental, à falta de cobrança da sociedade e do governo, “inocentando” os produtos tecnológicos, o que pode significar uma visão reducionista da ciência e da tecnologia como se estas fossem neutras. Essas discussões podem ser entendidas como dimensão tecnológica da tríade *CTS*. Quanto à dimensão social, esta fica por conta da discussão referente ao uso das plantas no campo medicinal, como mencionamos anteriormente, para tratar de doenças como a malária, o câncer de mama e a leucemia.

Futuyma (2002) também apresenta como os estudos evolutivos podem contribuir com o meio ambiente e sua conservação, uma vez que tais estudos estão abrindo caminhos para novos métodos de correção e recuperação de áreas degradadas. O autor cita o exemplo de alguns tipos de grama e outras plantas que se adaptaram a solos altamente poluídos por níquel e outros metais pesados. Os estudos da sistemática, da genética e da fisiologia dessas plantas formaram a base de técnicas para o replantio, a estabilização de solos tornados estéreis por

atividades de mineração e também para a desintoxicação do solo e da água que foram contaminados por metais pesados.

Ao estudar as plantas dos locais contaminados, os pesquisadores descobriram que algumas plantas tinham a capacidade de “hiperacumular” metais pesados, resistindo a solos tóxicos. Agora, essas plantas estão sendo usadas comercialmente como tecnologia voltada para gerar processos de despoluição. De modo semelhante, os estudos sobre a ecologia evolutiva da dispersão e germinação de sementes têm seu papel no reflorestamento de áreas de pastagem esgotadas e no replantio de locais de aterro.

Futuyma (2002) afirma que cresceram as preocupações referentes ao impacto ambiental das atividades humanas. Com os estudos evolutivos relacionados às mudanças climáticas, o nível do mar e a distribuição das espécies no passado podem ajudar a discernir sobre os tipos de organismos que terão maior probabilidade de sofrerem os efeitos adversos, por exemplo, do aquecimento global. Os estudos provenientes de populações que evoluíram em temperaturas diferentes também podem ajudar a prever a diversidade de respostas a uma mudança climática e a velocidade em que diferentes populações conseguem se adaptar a essas mudanças (FUTUYMA, 2002).

As consequências das atividades humanas são em parte imprevisíveis e preocupantes. Futuyma (2002) salienta que espécies e populações geneticamente singulares estão entrando em extinção em ritmo aterrorizante, ameaçando não somente espécies exímias, como os grandes mamíferos e as tartarugas marinhas, mas também plantas, artrópodes e outros organismos menos conhecidos, que são uma fonte potencial de produtos naturais, agentes de controle de pragas e outras aplicações úteis. Para Futuyma (2002), a Biologia Evolutiva tem papel relevante na maneira de lidar com esta crise da biodiversidade, mostrando quais espécies, comunidades ecológicas ou regiões geográficas merecem esforços de conservação mais urgentes, já que existem limites econômicos e políticos, para sua utilização.

Diante do que foi exposto, sobre a importância da Biologia Evolutiva para o meio ambiente e sua conservação, vimos pontos em que muitas questões

sociocientíficas podem ser exploradas, levando em consideração aspectos relacionados à tecnologia, assim permitindo a articulação da tríade CTS.

Futuyma (2002) ressalta que existem benefícios recíprocos entre a Biologia Evolutiva e a ciência e tecnologia não biológicas. E que talvez a relação mais antiga desse tipo seja com a Teoria Econômica. Segundo Reynol e Piolli (2009), a Teoria da Evolução de Darwin recebeu, desde a sua gênese, uma influência da economia, pois traços da obra *Teoria da População*, do inglês Thomas Malthus podem ser observados nos trabalhos de Darwin. Thomas Malthus é considerado um dos alicerces das ciências econômicas, e ao lado de Adam Smith e Karl Marx, debruçou-se sobre o problema do aumento da população em relação à produção limitada de alimentos. Malthus, ao discutir os efeitos da competição por recursos escassos, demonstrou a ideia de que nem todas as populações teriam condições de sobreviver. Com isso, Charles Darwin se inspirou nas obras de Malthus, quando propôs a teoria da evolução por seleção natural (REYNOL; PIOLLI, 2009).

Segundo Futuyma (2002) houve também um fluxo de ideias em sentido oposto. A Genética de Populações, por exemplo, também influenciou a Economia, começando com a obra de Sewall Wright sobre análise de coeficiente de pista ou passagem, uma técnica estatística desenvolvida para analisar sistemas causais complexos, como os efeitos da hereditariedade e do ambiente sobre os fenótipos. Hoje em dia, este método é muito utilizado para análise causal na Economia e na Sociologia (FUTUYMA, 2002).

Diante do exemplo em que a Teoria de Malthus, oriunda da Economia, influenciou a teoria de Darwin, compreendemos que o conhecimento de uma determinada área pode influenciar outras áreas completamente diferentes. Essas discussões podem ser entendidas numa *perspectiva CTS*, uma vez que os conteúdos científicos podem ser discutidos a partir do contexto social, histórico, político, econômico, dentre outros, nos quais os conteúdos evolutivos podem ser ministrados de forma inter e multidisciplinar, atendendo a um dos objetivos das propostas de ensino CTS.

Em relação à evolução humana, Futuyama (2002) afirma que até hoje este é um dos assuntos mais controversos dentro da Biologia Evolutiva. Segundo o autor, pesquisadores evolucionistas estão dedicados a saber quais são os padrões de comportamento humano que são produtos da história evolutiva, quais são produtos do ambiente cultural e quais são resultados de uma interação entre os dois (FUTUYMA, 2002). Os biólogos evolucionistas, juntamente com outros profissionais, como antropólogos e psicólogos, estão apresentando explicações evolutivas para alguns comportamentos intrigantes que possuem ampla distribuição entre as populações humanas. Um exemplo de comportamento humano mantido nas populações humanas está relacionado ao caso do mal-estar de mulheres grávidas durante os três primeiros meses de gestação (MEYER; EL-HANI, 2005).

Meyer e El-Hani (2005) afirmam que cerca de dois terços das mulheres sofrem com náuseas e vômitos no primeiro trimestre de gravidez. Na década de 1970, dois cientistas da Universidade de Cornell (EUA), levantaram a hipótese de que esse comportamento cumpriria função importante durante a gestação: ele protege o embrião, ao fazer com que as mulheres grávidas eliminem e, posteriormente, evitem alimentos que contêm substâncias que poderiam provocar abortamento ou causar malformações no bebê. Após realizar uma ampla revisão da literatura médica, psicológica e antropológica, os pesquisadores identificaram uma série de evidências para apoiar essa hipótese. Segundo os cientistas, os sintomas são sentidos de modo mais forte pelas grávidas exatamente quando a formação do embrião é mais suscetível a perturbações químicas. As mulheres que sofrem de mal-estar no primeiro trimestre de gravidez possuem menor probabilidade de perder a criança. As mulheres que não apresentam mal-estar durante a gestação têm maior probabilidade de perder seus bebês em relação aquelas que apresentam náuseas. As grávidas que além de náuseas, também apresentam vômitos, possuem uma probabilidade ainda menor de perder seus bebês, comparando com aquelas que apresentam somente náuseas. Assim, observamos que um olhar evolutivo sobre um fenômeno da vida que nos é familiar possibilita uma maior compreensão sobre o mesmo.

Entendemos que esse comportamento foi selecionado durante a evolução de nossa espécie com função profilática, para que as mulheres evitem alimentos que podem ser potencialmente perigosos para elas e seus embriões.

Os estudos evolutivos nos ajudam a compreender o passado, o presente e até mesmo o futuro, nos levando a compreender a nossa história evolutiva e explicar porque alguns comportamentos foram mantidos na espécie humana, ganhando grande importância para a compreensão da nossa existência. Essas questões podem ser discutidas dentro de uma *perspectiva CTS*, uma vez que o *Enfoque CTS*, partindo de situações reais, busca o conhecimento necessário para entendê-las. Além disso, é desenvolvido por meio de uma abordagem temática que visa à mediação do saber por meio de uma educação problematizadora e dialógica (SANTOS, 2007).

Diante dessas reflexões, compreendemos que o *Movimento CTS* permite o exercício de uma prática crítica e reflexiva por parte do professor. Acreditamos que a abordagem dos conhecimentos científicos, com base no estudo de problemas reais da sociedade, possibilita aos alunos a compreensão das influências e da importância da ciência e da tecnologia na nossa vida diária, nas decisões e nos caminhos que a sociedade pode tomar. Por isso, entendemos que se faz necessário uma análise crítica e reflexiva de maneira cuidadosa e persistente do que é apresentado ao cidadão (KRASILCHIK, 2004a).

2 - DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Neste capítulo, apresentamos considerações sobre o delineamento metodológico que sustentou a pesquisa desenvolvida. Especificamos o tipo de abordagem de investigação e as principais etapas da pesquisa, os instrumentos para constituição dos dados e também informações sobre os procedimentos de análise.

2.1 - Caracterização da natureza da pesquisa realizada

Segundo Lüdke e André (1986), a pesquisa é uma atividade humana e social e, por isso, traz consigo, de forma inevitável, a carga de valores, preferências, interesses e princípios que orientam o pesquisador. Dessa forma, a pesquisa se configura como um momento privilegiado, ao reunir o pensamento e a ação de uma pessoa, ou de um grupo, no empenho de elaborar conhecimentos sobre determinados aspectos da realidade que deverão servir para composição de soluções propostas aos seus problemas. Para Lüdke e André (1986), esse conhecimento se caracteriza como fruto da curiosidade, inquietações, reflexões e atividades investigativas dos indivíduos, a partir e em continuação ao que já foi elaborado e sistematizado por aqueles que anteriormente trabalharam o assunto.

Diante da diversidade metodológica existente, optamos por desenvolver nossa pesquisa com amparo das abordagens qualitativas em investigação educacional (BOGDAN; BIKLEN, 2010). Para Bogdan e Biklen (2010, p. 47-51) a pesquisa qualitativa apresenta as seguintes características:

- i) O ambiente natural é a principal fonte de dados, sendo o pesquisador o principal instrumento da pesquisa – supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação investigada.
- ii) A investigação qualitativa é essencialmente descritiva – os investigadores qualitativos tentam analisar os dados em toda a sua riqueza.
- iii) Há maior preocupação com o processo do que com o produto da pesquisa; os fenômenos são investigados em toda a sua complexidade.

- iv) O pesquisador valoriza os significados que as pessoas atribuem às coisas e a sua vida, isto é, há interesse pelo modo como diferentes pessoas dão sentido a suas vidas e processos.

Em resumo, a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatizando mais o processo do que o produto e se preocupando em retratar a perspectiva dos participantes envolvidos (BOGDAN; BIKLEN, 2010).

Dentro das abordagens qualitativas, optamos pela modalidade de *Pesquisas de Natureza Interventiva*, uma vez que o trabalho envolveu um projeto de intervenção, com aplicação do *Enfoque CTS* em situação concreta de ensino-aprendizagem. Segundo Chizzotti (2006, p. 80) uma *pesquisa de intervenção* refere-se a “uma pesquisa sobre a ação quando se trata de estudá-la para compreendê-la e explicar seus efeitos”.

Após a elaboração do projeto de pesquisa, foi necessário submetê-lo ao Comitê de Ética em Pesquisa da UESB, visto que a realização do trabalho envolvia seres humanos (professores/pesquisadores e licenciandos participantes). O projeto foi submetido, pela primeira vez, no dia 31 de julho de 2014 e, após todo um trâmite envolvendo correções e re-submissões da proposta ao referido Comitê, a pesquisa foi aprovada para realização em 12 de dezembro de 2014, com o seguinte código para acompanhamento: Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) 34275514.1.0000.0055. Uma cópia do parecer consubstanciado do Comitê de Ética encontra-se nos anexos da dissertação (ANEXO A).

A realização da parte empírica da pesquisa se configurou por meio do oferecimento de uma disciplina optativa, ministrada para os alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UESB.

Para isso, foi necessário submeter o projeto de criação da disciplina ao Departamento de Ciências Biológicas (DCB) da instituição. Com isso, também foi necessário a elaboração da ementa da disciplina e todo o planejamento para este que seria um novo componente curricular do curso, uma vez que essa disciplina não existia na estrutura do currículo do curso.

Assim, junto com o nosso orientador, professor do referido Departamento, elaboramos os documentos e apresentamos ao DCB para análise e aprovação do oferecimento da disciplina. Ao longo da tramitação do processo surgiram algumas questões de ordem burocrática que precisaram ser resolvidas, pois inicialmente a nossa intenção seria oferecer a disciplina em calendário especial, ou seja, nas férias dos licenciandos, no formato de uma disciplina condensada em um mês, para facilitar que alunos tanto do noturno, quanto do diurno pudessem cursá-la

Todavia, isso não foi possível, por se tratar de uma disciplina optativa, o DCB só concede esse tipo de calendário para disciplinas obrigatórias do curso e para alunos que estão se formando. Assim, tivemos que oferecer a disciplina em calendário regular, ou seja, durante o semestre regular da Instituição.

Depois da aprovação da disciplina pelo DCB, em 10 de abril de 2015, denominada *“Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores*, sob código CB 724, com carga horária de 60 horas, demos início à divulgação do oferecimento da disciplina junto às turmas que estavam concluindo o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas; recolhemos nomes e e-mails dos alunos que manifestaram interesse em cursar a disciplina e, posteriormente, realizamos uma reunião com esses alunos para oficializarmos o convite (APÊNDICE A).

Demos início às aulas em 12 de setembro de 2015. O atraso no início da disciplina se deu pelo fato dos professores e funcionários da UESB deflagrarem greve, que teve duração de aproximadamente três meses, de junho a agosto. Com isso, o primeiro semestre de 2015 teve que ser estendido e, conseqüentemente, houve o atraso na programação prevista para o segundo semestre letivo de 2015. Outro efeito da greve é que acabamos por desenvolver a disciplina na forma modular, ao longo do semestre letivo, com aulas concentradas em algumas datas dos meses de setembro a dezembro de 2015 e fevereiro a abril de 2016.

Foram matriculados na disciplina 21 discentes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, sendo três alunos do sexo masculino e 18 do sexo feminino. A conclusão dos trabalhos ocorreu em 02 de abril de 2016.

A disciplina foi ministrada pelo Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira juntamente com a mestranda Meriane Ribeiro de Lima, sendo desenvolvido um conjunto de atividades planejadas para o ensino de Evolução, obedecendo aos pressupostos difundidos pelo *Enfoque CTS*, objetivando a aprendizagem dos alunos e sua formação como futuros professores.

2.2 - Instrumentos utilizados para a coleta de dados

Portanto, o desenvolvimento da proposta de intervenção se efetivou por meio do oferecimento de uma disciplina dedicada aos conteúdos da Biologia Evolutiva embasados nos referenciais difundidos pelo *Movimento CTS*. Para a produção dos dados da pesquisa utilizamos a observação participante, da qual foi produzido um memorial descritivo desenvolvido durante todo o andamento da pesquisa e intervenção. Também foram utilizados questionários semi-estruturados, aplicados junto aos alunos no início (APENDICE E), e no final da intervenção (APENDICE F), gravações em áudio de algumas discussões realizadas em aula, comentários e resenhas críticas de textos, fotografias que registraram determinadas atividades durante as aulas e dados obtidos por meio da frequência dos discentes nas aulas.

Como mencionado anteriormente, a elaboração do memorial descritivo foi baseada no processo de observação participante. Como no presente trabalho desempenhamos a função de observadora e de participante (pesquisadora), tornou-se inviável escrever todas as anotações durante as aulas. Assim, fizemos apenas pequenas anotações no decorrer das aulas que nos serviram de base para o registro posterior dos acontecimentos no memorial descritivo.

O memorial descritivo foi elaborado em consonância com as recomendações propostas por Bodgan e Biklen (2010), constando de uma parte descritiva, compreendendo um registro detalhado dos acontecimentos em campo, descrevendo os sujeitos, falas e as atividades desenvolvidas, tentando relatar minuciosamente tudo que ocorreu durante as aulas. A outra parte do memorial possui caráter mais reflexivo, consistindo em observações e análises pessoais da pesquisadora.

Com a intenção de identificar os conhecimentos prévios dos licenciandos envolvidos na pesquisa, aplicamos um questionário semi-estruturado no início das aulas (Protocolo - Questões Iniciais, APÊNDICE E), com o intuito de identificar algumas percepções dos participantes em relação ao papel da evolução nos cursos de Biologia, o ensino de evolução e os pressupostos do *Movimento CTS*.

No decorrer da disciplina, foram feitas gravações em áudio de algumas atividades realizadas, pelo fato de estarmos desempenhando o papel de professora e pesquisadora, para um registro mais minucioso do processo. Alguns instrumentos foram utilizados para obtermos uma avaliação geral da disciplina e sobre a proposta de intervenção desenvolvida.

Durante a intervenção procuramos compor um conjunto de aulas diferenciadas. Para isso, utilizamos diferentes estratégias e recursos didáticos nos diversos encontros realizados. Neste sentido, foram empregados: aula expositiva dialogada; apresentações de pesquisas; exibição de vídeos; atividades em grupo; leitura e discussão de textos; produção de resenhas e comentários críticos; tempestade de ideias e apresentação de seminários. Uma cópia do plano de curso pode ser encontrada nos apêndices deste texto dissertativo (APÊNDICE B).

Na última aula, aplicamos junto aos alunos um segundo questionário semi-estruturado (Protocolo - Questões Finais, APÊNDICE F), como mais um instrumento para construção de dados, com questões relacionadas ao oferecimento da disciplina, os aspectos didático-metodológicos e se houve ou não uma mudança de percepção por parte dos estudantes em relação ao Ensino de Evolução.

Durante as aulas da disciplina solicitamos que os alunos realizassem algumas produções textuais, sendo elas:

- Resenha crítica sobre o artigo “O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI” (TIDON; VIEIRA, 2009).
- Comentário crítico sobre o filme “Contestando Darwin”.

- Comentário crítico sobre o artigo: “A Representação Social do Conceito de Evolução de Darwin por Professores de Biologia” (AGNOLETTI; BELLINI, 2012).

As produções textuais realizadas pelos alunos também foram objeto de análise. O acompanhamento da frequência dos alunos também se configurou como instrumento de obtenção de dados, sendo relevante para indicar o envolvimento dos estudantes no desenvolvimento da disciplina, uma vez que a disciplina não possui caráter obrigatório dentro da estrutura curricular do referido curso.

2.3 - Análise dos dados

A análise dos dados qualitativos representa a maneira como escolhemos para trabalhar todo o material obtido durante a intervenção: o memorial descritivo, as transcrições das discussões, os questionários e os trabalhos realizados pelos alunos. Para análise dos dados produzidos na pesquisa, utilizamos a análise categorial, na qual empregamos três categorias, definidas *a priori*, com base no referencial teórico adotado pelo *Grupo de Pesquisa Educação Científica e Movimento CTS (GP-CTS - UESB)*, e destacadas em outros trabalhos realizados pelo grupo (SOUSA, 2013; PORTO, 2014; SANTANA, 2014; SILVA, 2016). Contudo, não descartamos a possibilidade de que categorias surgissem ao longo do processo de análise dos dados.

Desse modo, foram adotadas três categorias:

- Articulação da tríade CTS;
- Estratégias e recursos didáticos;
- Percepções dos participantes da pesquisa.

Posteriormente, durante a análise dos dados, emergiu outra categoria, sendo denominada: A interdisciplinaridade nas aulas da disciplina “*Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores*”.

Os objetivos e outros detalhes sobre o emprego dessas categorias serão descritos posteriormente, com mais riqueza de detalhes e informações.

2.4 - Perfil da turma

Neste momento, também entendemos ser importante a apresentação do perfil da turma em que desenvolvemos a disciplina “*Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores*”, a fim de proporcionarmos ao leitor uma visão geral dos licenciandos que cursaram a disciplina. Nesse sentido, acreditamos que tal apresentação promoverá maior compreensão sobre os fatores analisados durante a realização da pesquisa.

O oferecimento da disciplina durante o segundo semestre letivo de 2015 se configurou como algo inédito, visto que esta não existia até então. Com isso, foi necessário fazermos à divulgação do oferecimento da disciplina junto às turmas que estavam concluindo o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UESB. Recolhemos nomes e e-mails dos alunos que manifestaram interesse em cursar a disciplina. Desse modo, 35 alunos demonstraram interesse em cursar a disciplina. Realizamos uma reunião com esses alunos para oficializarmos o convite (APÊNDICE A) e para definirmos a data e horário em que iniciariamos as aulas, sendo assim, alguns alunos não puderam cursar a disciplina por conflito de horário com outras disciplinas do curso; outros por estarem exercendo atividades docentes.

Em resumo, foram matriculados 21 alunos, grupo formado por estudantes que estavam cursando o 8º semestre e outros que apresentavam situação irregular junto ao curso.

Com o propósito de identificarmos o tempo de graduação de cada estudante, participante da disciplina, utilizamos o número de matrícula de cada aluno para verificar a data de ingresso no curso e, assim, o semestre que frequentavam.

Diante dos dados, obtivemos as seguintes informações: onze alunos cursavam o 8º semestre e dez alunos encontrava-se em situação irregular. Consideramos como irregular os alunos que extrapolaram os oito semestres do curso para alunos do diurno e os nove semestres para os alunos do noturno. Entre os alunos com situação irregular, notamos que oito deles ingressaram no mesmo período letivo e outros dois alunos ingressaram em anos anteriores.

A fim de mantermos em sigilo a identificação dos participantes da pesquisa, os licenciandos foram numerados de A01 a A21, de acordo com as questões éticas que estão envolvidas na realização do projeto de pesquisa. Os licenciandos foram informados e tiveram acesso a essas questões, uma vez que todos os participantes foram informados sobre a pesquisa, e sobre as atividades que seriam desenvolvidas e informações que seriam coletadas. Também foi informado que os professores responsáveis pela disciplina também se encontravam no papel de pesquisadores.

O Quadro 3 traz de maneira resumida as informações sobre os participantes da pesquisa. Ressaltamos que a idade dos participantes foi obtida através do preenchimento do TCLE, no qual foi solicitada a idade dos estudantes, no entanto, quatro participantes optaram por não declarar a sua idade.

Reafirmamos que todas as informações sobre os estudantes, participantes da pesquisa, foram mantidas em sigilo, no qual apenas os pesquisadores tiveram acesso direto a essas informações.

Quadro 3: Panorama geral do perfil dos alunos participantes da intervenção.

Identificação	Faixa etária	Sexo	Semestre letivo que cursava
A01	25 - 30	Feminino	Irregular
A02	21 - 24	Masculino	Irregular
A03	Não informado	Feminino	Irregular
A04	21 - 24	Feminino	Oitavo
A05	21 - 24	Masculino	Oitavo
A06	21 - 24	Masculino	Oitavo
A07	21 - 24	Feminino	Irregular
A08	Não informado	Feminino	Irregular
A09	25 - 30	Feminino	Oitavo
A10	25 - 30	Feminino	Oitavo
A11	25 - 30	Feminino	Irregular
A12	25 - 30	Feminino	Irregular
A13	21 - 24	Feminino	Oitavo
A14	Não informado	Feminino	Oitavo
A15	25 - 30	Feminino	Oitavo
A16	25 - 30	Feminino	Irregular
A17	21 - 24	Feminino	Oitavo
A18	21 - 24	Feminino	Oitavo
A19	21 - 24	Feminino	Oitavo
A20	Não informado	Feminino	Irregular
A21	25 - 30	Masculino	Irregular

De acordo com as informações apresentadas no Quadro, podemos observar prevalência do sexo feminino; apenas três alunos do sexo masculino cursaram a disciplina. Outro ponto: mais ou menos 50% do grupo é constituído por alunos que estão em situação irregular em relação ao fluxo ideal inicialmente planejado.

2.5 - Descrição das aulas realizadas durante toda disciplina

No intuito de propiciar ao leitor um panorama geral das atividades realizadas durante a disciplina, descrevemos resumidamente, no Quadro 3, os 13 encontros realizados.

Quadro 4: Descrição das atividades realizadas durante a disciplina.

	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	ESTRATÉGIAS
1º 12/09/2015	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da disciplina, alunos e pesquisadores. • Apresentação da proposta de pesquisa. • Leitura, discussão do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e anuência dos estudantes para a participação no projeto. • Leitura do Termo de Imagem. • Apresentação da Ementa – distribuição, discussão e esclarecimento de dúvidas. • Aplicação do instrumento de sondagem (entrevista inicial). • Textos: Evolução ↔ CTS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada; • Atividade em grupo, leitura e discussão.
2º 19/09/2015	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva sobre as Origens do <i>Movimento CTS</i>, Tradições e conexão com a Educação em Ciências. • Exibição e discussão sobre o vídeo com a palestra do pesquisador Wildson Santos para o Simpósio CTS - Ciclo II: CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) e a produção de conhecimento na universidade, evento realizado na Universidade de Brasília. O pesquisador discorreu sobre Educação Científica sob Abordagem CTS - Ciência, Tecnologia, Sociedade: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva dialogada. • Projeção do vídeo e discussão coletiva sobre o conteúdo do mesmo.
3º 20/10/2015	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão do texto: Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de Ciências de Maria Eduarda Vaz Moniz. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão coletiva do texto.
4º 21/10/2015	<ul style="list-style-type: none"> • Continuação da discussão do texto: Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de Ciências de Maria Eduarda Vaz Moniz. • Discussão do texto: Contextualização no Ensino de Ciências por meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica – Wildson Luiz Pereira dos Santos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão coletiva dos textos.

<p>5º 22/10/2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da dissertação “O Ensino de Biologia na Educação de Jovens e Adultos (EJA) por meio do Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): análise de uma proposta desenvolvida” de Maria de Lourdes Oliveira Porto. A apresentação foi realizada pela própria pesquisadora. • Apresentação da dissertação “Abordagem CTS e Ensino Médio: espaços de articulação” de Roseline Beatriz Strieder. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação oral e discussão.
<p>6º 23/10/2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura e discussão do texto “Movimento CTS e suas proposições para o ensino de ciências” de Paulo Marcelo Marini Teixeira. 	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura e discussão coletiva do texto.
<p>7º 26/10/2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tempestade de ideias: questões sobre evolução e conceitos básicos relacionados ao assunto. • Exibição do filme “Contestando Darwin”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempestade de ideias. • Exibição de filme.
<p>8º 27/10/2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão do filme “Contestando Darwin”. • Exposição dialogada sobre o texto “Relevância da biologia Evolutiva para o Programa Nacional de Pesquisa” de Douglas Futuyma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão coletiva do filme. • Aula expositiva dialogada.
<p>9º 28/10/2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura e discussão da Introdução e o capítulo 1 do livro “Evolução: o sentido da biologia” de Diogo Meyer e Charbel Niño El-Hani. • Projeção e discussão do vídeo sobre a biografia de Charles Darwin. • Dinâmica sobre o tempo geológico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura e discussão coletiva do texto. • Exibição e discussão sobre o conteúdo do vídeo.
<p>10º 21/11/2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva dialogada sobre o capítulo 2 “A mudança é a regra” do livro “Evolução: o sentido da biologia”. • Exibição do vídeo sobre os três tipos de seleção natural: a estabilizadora; a direcional e a disruptiva. • Leitura e discussão do texto: “Salvem as bactérias” de Eurico C. de Oliveira. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva dialogada. • Exibição e discussão sobre o conteúdo do vídeo. • Leitura e discussão do texto.
<p>11º 05/12/2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva dialogada sobre o capítulo 3 “Seleção Natural”. • Exibição um trecho do documentário “Gênios da Ciência – Darwin” que retrata a seleção natural no nosso cotidiano. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva dialogada. • Exibição e discussão sobre o conteúdo do vídeo.
<p>12º 27/02/2016</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Retomada da discussão sobre o capítulo 3 “Seleção natural” com apresentação de slides. • Discussão sobre o capítulo 4 “Debates atuais na Biologia Evolutiva” com apresentação de slides. • Atividade em grupo com leitura e discussão sobre pequenos trechos do capítulo 5 “Pensar biologicamente é pensar evolutivamente”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada. • Discussão sobre o conteúdo do texto. • Atividade em grupo com leitura e discussão.
<p>13º 02/04/2016</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de seminários realizados pelos alunos com os seguintes temas: A. Saúde Humana e Medicina B. Agricultura e Recursos Naturais C. Descoberta de Produtos Naturais Úteis D. Meio Ambiente e Conservação E. Aplicações Fora da Biologia F. Compreensão da Humanidade • Atividade de sondagem relacionada à pesquisa. • Avaliação da disciplina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de seminários.

A descrição pormenorizada dos 13 encontros desenvolvidos é produto do material obtido a partir das observações realizadas durante cada momento da intervenção, com o registro dos dados em nosso memorial-descritivo. A partir do referido memorial, produzimos o Quadro 3 e o texto detalhado dos acontecimentos ao longo do processo de desenvolvimento da disciplina que será apresentado na sequência. Ressaltamos que a descrição dos encontros apresenta traços de coloquialismo devido à utilização de depoimentos dos licenciandos, que foram coletados durante as discussões.

1º ENCONTRO (12/09/2015):

Iniciamos a aula com a apresentação dos pesquisadores e uma rápida apresentação dos alunos. Em seguida, informamos aos licenciandos como surgiu a ideia de oferecer uma disciplina articuladora entre os referenciais do *Movimento CTS*, a Biologia Evolutiva e a Formação de Professores. Assim, ficou claro para os alunos que o oferecimento dessa disciplina tinha relação com a execução de um projeto de pesquisa de mestrado, e o conteúdo escolhido para a disciplina estava relacionado com os objetivos dessa pesquisa.

Prosseguindo então com as atividades, informamos aos alunos que o fato da disciplina também estar ligada a uma intervenção de pesquisa, gerava a necessidade do consentimento por partes deles, para a realização da coleta de dados, ou seja, o recolhimento de depoimentos, entrevistas e fotos sobre as atividades que seriam realizadas em sala. Assim, foi feita a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE C) e do Termo de Autorização do Uso de Imagens e Depoimentos (APÊNDICE D). Com efeito, depois da leitura e esclarecimentos adicionais os alunos assinaram os referidos termos, formalizando a aceitação para participar do trabalho de pesquisa.

Logo após, aplicamos um instrumento de sondagem de ideias para identificarmos percepções prévias dos alunos em relação ao Movimento CTS, a Teoria da Evolução e quais as dificuldades eles elencavam em relação ao ensino de Evolução. Feito isto, separamos a turma em três grupos e entregamos três textos para leitura e discussão.

Os textos foram retirados do livro *“Evolução, Ciência e Sociedade”*² de Douglas Futuyma. Cada texto discorre sobre um tema ligado à Biologia Evolutiva que pode ser discutido considerando a tríade CTS. Os alunos tiveram aproximadamente 20 minutos para ler e discutir o texto em grupo. Em seguida, abrimos uma discussão envolvendo toda a turma.

O grupo 1 fez a leitura do texto *“As origens do homem moderno”*: o assunto abordado é a Evolução Humana; neste ponto, um dos alunos afirmou que o grupo teve dificuldade para compreender o texto devido à complexidade da temática. Com isto, discutimos a ideia de que o ancestral comum dos humanos tenha surgido na África, se dispersando depois para outros continentes, sendo que o último continente a ser habitado pela espécie humana, segundo as teorias mais recentes, seria o continente americano. Discutimos também sobre o fato das populações africanas serem mais antigas e, por isso, acumularam mais diferenças mutacionais entre si do que as populações de outros continentes que são mais recentes. Diante das discussões concluímos que a teoria sobre a evolução humana é uma teoria aberta (ainda em construção), pelo fato de não haver consenso em relação às nossas origens ao fato de ainda haver muitas questões a serem respondidas para que possamos compreender melhor certos aspectos da evolução humana. Oliveira, Bizzo e Pellegrini (2016) afirmam que os estudantes brasileiros *“iniciam o último ciclo do ensino básico, com a percepção de que há mudanças nas espécies, mas desconhecem várias informações associadas a estas mudanças, principalmente a noção de ancestralidade comum”* (p. 701).

O grupo 2 fez a leitura do texto *“Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV)”*. Os alunos afirmaram que o texto discutia aspectos das contribuições da Biologia Evolutiva para o estudo da AIDS. Uma aluna mencionou que o texto discorria sobre a existência de dois vírus da imunodeficiência o Hiv-1 e o Hiv-2, e que dentro de cada vírus existe uma variação genética que é possível ser organizada em subtipos distintos, dando o exemplo do subtipo E, transmitido mais facilmente pela via sexual. O texto mostra como a identificação correta dos subtipos virais é importante para fabricação de futuras vacinas contra o HIV.

² FUTUYMA, D. J. *Evolução, Ciência e Sociedade*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

Com a leitura e discussão do texto, notamos como os estudos evolutivos podem proporcionar avanços na qualidade de vida para os portadores do HIV, uma vez que a comunidade médica faz uso dos resultados de pesquisas, aplicando-as na vida das pessoas. Como mencionado em aula, os médicos, ao perceberem que seu paciente não responde mais ao uso do coquetel de medicamentos, devido à resistência apresentada pelo vírus, retira do paciente esses medicamentos, para que dentro de um determinado tempo, a população do vírus volte ao estado selvagem, pois o fator de seleção artificial (o medicamento) é retirado, e o ambiente em que o vírus se encontra muda, portanto, a população do vírus também muda, melhorando assim, a qualidade de vida do paciente, uma vez que não é preciso fazer a troca por um medicamento mais forte. Basta dar um tempo no tratamento, sem administração do medicamento, para que o anterior volte a fazer efeito.

O grupo 3 fez a leitura do texto “*Pragas de Insetos: Resistência e Controle*”. Os alunos afirmaram que o texto menciona dados sobre a resistência dos insetos em relação aos inseticidas, devido ao ambiente de seleção artificial criado pelo uso do produto. Como a população dos insetos passou a ser resistente devido à sobrevivência e reprodução daqueles que possuíam essa vantagem em relação aos demais, isso ocasionou um grande ônus econômico para alguns países, pois a quantidade de inseticida usado para combater as pragas é muito alta e, muitas vezes, isso não resolve o problema. Uma das alunas citou o caso do uso indiscriminado dos antibióticos; esse é um problema relacionado à resistência das bactérias a medicamentos, quando eles não são ministrados de forma correta pelos pacientes. Diante desse assunto, também fizemos menção ao problema das infecções hospitalares pela presença de superbactérias que atualmente vem afetando o nosso país. Diante da discussão desse texto, concluímos que é preciso estudá-lo com mais atenção, pois aparecem muitas questões sociocientíficas que merecem ser discutidas, mas que, neste momento, devido ao tempo da aula, isso não foi possível.

Em seguida, encerramos a aula com a encomenda da leitura de um texto: “Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber

científico e da cidadania via ensino CTS de Ciências”³ de Maria Eduarda do Nascimento Vaz Moniz dos Santos. Estavam presentes 15 alunos.

2º ENCONTRO (19/09/2015):

Iniciamos a aula falando um pouco sobre a pesquisa para os alunos que não estavam presentes no primeiro encontro. Feito isto, foi solicitado a esses alunos que fizessem a leitura e, posteriormente, assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Termo de Autorização de Imagem, para fins da pesquisa. Também foi entregue a esses alunos uma cópia da ementa da disciplina.

Demos continuidade à aula com uma apresentação sobre o *Movimento CTS* que denominamos “Movimento CTS e a Pesquisa em Ensino de Biologia”. Iniciamos nossa apresentação discutindo detalhes sobre a concepção de educação que adotamos; os alunos afirmaram que a concepção de educação presente nas escolas se trata de uma educação conteudista e memorística, no qual o conteúdo é apenas transmitido pelo professor, sem nenhum questionamento por parte dos alunos, pois eles, na sala de aula, possuem uma postura passiva, ou seja, apenas recebem as informações vindas do professor sem questioná-las.

Dando continuidade, falamos sobre o histórico do *Movimento CTS*, em quais campos estão concentrados os estudos CTS e qual é a proposta curricular sugerida por este movimento. Prosseguindo com a apresentação, mencionamos sobre a tríade CTS e como esta deve estar presente numa proposta de ensino baseada no *Movimento CTS*. Neste momento, uma aluna compartilhou com a turma a sua experiência sobre a utilização da tríade CTS em um minicurso ministrado por ela. Ela afirmou que durante as aulas sobre citologia teve que abordar o conteúdo sempre discutindo os aspectos científicos, tecnológicos e sociais, para que esse conteúdo tivesse significado para os alunos. Então, em uma proposta de ensino que tem como aporte os referenciais do *Movimento CTS*, o conteúdo não pode estar desconectado das três dimensões da tríade: é preciso articular nas aulas as três dimensões: Ciência, Tecnologia e Sociedade. Outra

³ SANTOS, M. E. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999. Atas... Valinhos, 1999, p. 12.

discente afirmou que, a seu ver, os aspectos tecnológicos são os mais difíceis de serem trabalhados, pelo fato dos alunos sempre relacionarem tecnologia com os aparatos tecnológicos, como computadores, tablets, celulares, televisão, etc.; e que na sua experiência em sala de aula, falou sobre o uso do DDT e os alunos manifestaram dificuldades em compreender os pesticidas como uma tecnologia.

Com relação aos elementos para a construção de programações de ensino de Ciências e Biologia, baseadas no *Enfoque CTS*, refletimos sobre sete itens que apresentam características diferenciadas da concepção tradicional de educação quando trabalhamos numa perspectiva CTS, sendo eles: os objetivos do ensino; os critérios para seleção de conteúdos; as estratégias didáticas; os recursos didáticos; o papel do professor; o papel dos alunos e a avaliação. Neste momento da apresentação, alguns alunos afirmaram que os professores não possuem autonomia para a escolha dos conteúdos a serem ministrados nas aulas, uma vez que as escolas têm se preocupado, cada vez mais, somente em preparar os alunos para exames como os vestibulares e o ENEM.

No que diz respeito aos recursos didáticos, os alunos afirmaram que o recurso mais utilizado pelos professores ainda é o livro didático. Uma aluna ressaltou que durante o seu estágio de observação, analisando o livro didático utilizado pelo professor, havia um texto sobre o conteúdo sendo abordado numa perspectiva CTS, mas ao questionar o professor, o docente afirmou que não utilizava esse tipo de textos em suas aulas. Em relação ao papel dos professores, os alunos afirmaram que eles já estão acostumados com aulas expositivas e que o professor é visto pelos alunos como alguém superior na sala de aula.

Os alunos também ressaltaram que é difícil mudar o papel dos estudantes, pois eles estão habituados com aulas expositivas sem questionamentos e que as atividades propostas pelos professores, muitas vezes, possuem questões diretas como, por exemplo, "O que é célula?". Diante desse tipo de pergunta, os alunos encontram as respostas prontas no livro didático. O modo de avaliação dos alunos, numa perspectiva CTS, também muda em relação à abordagem tradicional de ensino, mas os alunos afirmaram que o tipo de avaliação que acontece nas salas de aula são as provas, testes, simulados e recuperações paralelas. Na visão dos licenciandos "as provas não provam nada", pois se um

aluno tirou uma ótima nota numa prova, isso não necessariamente indica que ele aprendeu o conteúdo, pois este pode ter apenas memorizado (decorado). Uma aluna também afirmou que a avaliação processual é algo difícil de fazer numa sala com mais de 30 alunos, pois, muitas vezes, devido ao grande número de alunos, os professores não conseguem nem aprender os nomes de todos eles.

Em seguida, continuamos a apresentação das possibilidades de ensino numa perspectiva CTS, apresentando as pesquisas que foram sendo desenvolvidas na área, as modalidades de trabalhos desenvolvidos, a dinâmica de disseminação do *Movimento CTS*, os livros didáticos que abordam o conteúdo científico relacionado com questões tecnológicas e sociais. Detalhe: para quem estava iniciando os estudos relacionados ao *Movimento CTS*, sugerimos alguns livros e apresentamos o blog do Grupo de Pesquisa em Educação Científica e Movimento CTS (UESB)⁴.

Após a apresentação não foi possível discutir o texto “Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de Ciências”. Porque descobrimos que apenas três alunos fizeram a leitura do texto. Por conta disso, a discussão ficou inviável, e assim, foi transferida para o próximo encontro (aula).

Após um pequeno intervalo demos continuidade à aula com a exibição de um vídeo contendo uma palestra do Professor Wildson Luiz Pereira dos Santos sobre “Educação Científica sob Abordagem CTS - Ciência, Tecnologia, Sociedade: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisa”. O objetivo foi aprofundar a apresentação dos pressupostos que envolvem a perspectiva CTS para a Educação em Ciências. Após a exibição do vídeo, desenvolvemos um momento de discussão. Uma aluna fez referência ao que o Wildson falou sobre o início do seu trabalho com os referenciais do Movimento CTS, que aconteceu devido a uma inquietação dele em relação ao ensino de química, porque muitas pessoas não queriam se envolver com o ensino das ciências exatas; muitas pessoas tendem a se afastar das disciplinas das áreas mais abstratas como Química, Física e Matemática devido aos cálculos presentes nos conteúdos dessas disciplinas. Os alunos também acharam interessante o fato de uma proposta

⁴Endereço do blog: <https://grupopcts.wordpress.com/>.

curricular CTS ter natureza interdisciplinar, pois os conteúdos científicos das diversas áreas fazem mais sentido quando ministrados de forma interdisciplinar, já que os professores não costumam trabalhar dessa forma argumentando que além de ter que saber o conteúdo de sua disciplina, devem também conhecer detalhes sobre outras áreas. Uma das alunas compartilhou com a turma sobre sua experiência de estágio, no qual ela solicitou aos alunos que fizessem uma pesquisa sobre os benefícios da 2ª Guerra Mundial, e que, nesse momento, os alunos estranharam o tema da pesquisa pelo fato deles acharem que uma guerra, em tese, não traria benefício algum. Mas ela conseguiu ressaltar que grande parte dos avanços científicos e tecnológicos se deu durante a 2ª Guerra. A aluna também enfatizou sobre a importância da História da Ciência para que os alunos compreendam como esse avanço aconteceu em meio à guerra; também disse que o fato do livro didático iniciar o assunto sobre células trazendo fatos históricos sobre a 2ª Guerra e o aprimoramento do uso do microscópio fez com que os alunos compreendessem melhor o porquê da pesquisa sobre os “benefícios” da 2ª Guerra Mundial.

Uma outra licenciando também comentou que o modo como a ciência e a tecnologia são utilizadas influencia a forma como elas serão vistas, pois essa utilização pode trazer aspectos bons ou ruins para as sociedades e pessoas em geral.

Ao finalizarmos as discussões, foi solicitado aos alunos que escrevessem um comentário sobre a aula e o vídeo apresentado. Encerramos o encontro com a encomenda de leitura do texto “Contextualização no Ensino de Ciências por meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica”⁵ do Professor Wildson Luiz Pereira dos Santos. Estavam presentes nessa aula 21 alunos.

3º ENCONTRO (20/10/2015):

Iniciamos a aula tirando dúvidas dos estudantes em relação a questões práticas referentes à disciplina como horários e datas das aulas e sobre a matrícula na disciplina. Depois de esclarecidas todas as dúvidas sobre a

⁵ SANTOS, W. L. P. dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, novembro de 2007.

organização da disciplina, o professor responsável fez uma explanação sobre o *Movimento CTS*, ressaltando que é um movimento social amplo que não se restringe a questões educacionais, tanto que sua origem não teve início na área educacional. O período após Segunda Guerra Mundial despertou um sentimento de “desconfiança” em relação às contribuições da Ciência que, muitas vezes, era vista somente pelos aspectos positivos. Nesse momento, surgem grupos de pesquisadores que se mostravam preocupados em analisar se a Ciência e a Tecnologia estavam promovendo de fato o bem estar social. Com isso, em sua origem, o *Movimento CTS* desdobrou-se em duas grandes tradições, uma de origem européia e outra de origem norte-americana.

Outro assunto discutido foi em relação à neutralidade da Ciência, ou seja, sobre os interesses dos cientistas e da atividade científica vista num plano geral. Questionamos se os cientistas estão realmente preocupados com o bem-estar social ou com interesses próprios. Outra coisa que questionamos foi em relação à produção de conhecimento realizado pela Ciência: será que a Ciência produz verdades absolutas?

Passamos a discutir o texto mencionado anteriormente, focalizando o sistema educacional brasileiro, em comparação com outros países, como Portugal. O texto da Maria Eduarda, baseado na situação portuguesa, defende a necessidade de superação de um ensino de ciências canônico, estritamente conceitual, em que se decoram conceitos que não possuem significado na vida dos alunos. No Brasil temos situação similar, pois não temos aulas problematizadoras. A maioria dos professores trabalha de forma conteudista na maior parte do tempo, com aulas expositivas e sempre tendo meio de orientação o livro didático e os conteúdos conceituais.

Um aluno começou a discussão falando sobre a globalização que é algo bastante mencionado no texto, pois a autora escreveu esse artigo no momento de mudança de século XX para o XXI (1999). Por esse motivo o texto foi intitulado “encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI”. Nesta época acontecia uma aceleração da revolução científica e tecnológica; na fala do aluno ele se referia a um trecho do artigo que diz que nessa era da globalização, parecia que as pessoas estavam se tornando cada vez mais dispensáveis e, com isso, começava a crescer

um sentimento de tensão, em que se procurava um lugar para a dignidade humana. Também discutimos a parte do texto que se refere à Educação **pela** Ciência, que foi algo mencionado por uma aluna como o trecho do texto que lhe chamou mais atenção. A autora discute no artigo três “tipos” de educação: educação **em** ciência, educação **sobre** ciência e educação **pela** ciência. Afirma que é preciso se pensar numa educação que fuja do modelo tradicional de ensino, chamado por ela de ensino canônico. Ela defende um ensino de ciências que valorize a dimensão formativa e cultural, mas com isso, não estamos dizendo que é preciso “descurar” da importância da dimensão conceitual da disciplina, que é chamada de **Educação em ciência**, e nem tão pouco, deixar de lado os conteúdos científicos, (**Educação sobre ciência**), mas um ensino que procure conjugar a resolução de problemas científicos com a resolução de problemas da vida, assim agregando à dimensão disciplinar conceitual do ensino científico a sua dimensão formativa e cultural, que foi denominado pela autora como **Educação pela ciência**.

Neste momento, o professor trouxe para a discussão o exemplo do uso da pílula anticoncepcional, um contraceptivo oral que é utilizado por grande parcela das mulheres. Elas entendem que a pílula pode evitar uma gravidez indesejada, mas não compreendem ou até mesmo desconhecem os mecanismos fisiológicos realizados pela pílula que evitam a ocorrência da gravidez. Ainda nos referindo à pílula, mostramos que os conhecimentos científicos mudam; o professor relatou que em uma determinada época os médicos afirmavam que era prejudicial para as mulheres o uso da mesma pílula por muitos anos e recomendavam que elas deveriam trocar de pílula a cada dois anos. Com o passar dos anos, com o avanço dos estudos, os médicos mudaram a recomendação e hoje afirmam que as mulheres podem tomar pílulas anticoncepcionais por longos períodos de tempo.

Essa discussão serviu para nos mostrar que o conhecimento científico muda, pois ele não pode ser tomado como verdade absoluta. Neste momento, uma aluna relatou que a mídia assustou muita gente em relação ao uso da pílula devido ao fato de algumas mulheres apresentarem trombose e os médicos terem relacionado este fato ao uso das pílulas anticoncepcionais. Mas a mídia não explica ou, pelo menos não deixa claro nas reportagens, que para apresentar

trombose, a mulher precisa ter uma predisposição genética para a doença, por esse motivo é importante a consulta com um ginecologista antes do início do uso desse tipo de “medicamento”, que na verdade, é uma tecnologia contraceptiva.

Explicamos que é preciso que as mulheres também saibam que é preciso realizar exames antes de iniciar o uso de pílulas anticoncepcionais, pois muitos médicos indicam o uso da pílula sem nenhum exame. Uma aluna ressaltou que, no caso da trombose, há informações na bula do medicamento sobre os perigos que a droga pode gerar, mas as mulheres não ficam sabendo pela falta de costume em ler orientações encontradas nas bulas. Outra aluna ressaltou que muitos alunos enxergam o professor de Ciências como médico e, por esse motivo, fazem muitas perguntas relacionadas a esse tipo de assunto.

Outro assunto levantado estava vinculado ao fato de muitas pessoas tomarem remédios para emagrecer sem entender o que esse tipo de droga faz no organismo, pois estão mais preocupados com a estética do que com a saúde. Uma aluna afirmou que a indústria farmacêutica está mais interessada em vender seus medicamentos, do que com os efeitos dessas drogas nas pessoas; neste momento, ressaltamos também o exemplo do vírus HTLV que acomete as pessoas tanto quanto a AIDS, mas não vemos isso ser divulgado. O HTLV é um vírus que acomete a locomoção, pois vai atrofiando os músculos; na juventude não se sente muito os efeitos do vírus, mas na velhice, pode-se chegar a um momento em que o cérebro da pessoa continua funcionando, mas o corpo paralisa. Como não existe tratamento intenso com medicamentos, o HTLV acaba sendo pouco divulgado. Nesse momento, aproveitamos para discutir com a turma sobre os mitos da Ciência. O fato das pessoas acreditarem piamente na Ciência, como se ela fosse a solução para todos os problemas da humanidade. Mas a Ciência falha, o método científico não é infalível e não é único. Também discutimos que a educação deve se preocupar com a formação para a cidadania, com a formação dos alunos para que eles possam saber resolver problemas reais, que façam parte da sua vida cotidiana.

4º ENCONTRO (21/10/2015):

Iniciamos a aula dando continuidade à discussão do texto “Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de Ciências”. O professor apresentou alguns pontos discutidos no texto, com ajuda de slides.

Começamos a discussão retomando assuntos discutidos na aula anterior como questões sobre a globalização e por que o texto apresenta no título a expressão “limiar de mudanças do século XXI”. Discutimos o trecho do texto em que a autora se refere à **sigla CTS** como “uma concepção que aponta para um ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias relacionadas com conteúdos canônicos, em direção a um ensino que tenha validade cultural, para além da validade científica”, ou seja, um ensino que se preocupe com o que está no “interior da Ciência” e o que está na “realidade” presente na sociedade. Entendemos que é preciso promover um ensino voltado para a formação da cidadania, ou seja, um ensino igualitário.

O texto também traz uma crítica à tecnocracia, tendência muito valorizada atualmente, na qual a visão dos técnicos e dos especialistas prevalece em muitas situações em detrimento da perspectiva dos cidadãos, que diante de tal tendência, assumem posições passivas: o cidadão comum aceita a decisão de técnico sem nenhum questionamento.

Segundo Garcia, Cerezo e López (2000), na atualidade, quando os governos estão diante de debates e problemas relacionados à Ciência e a Tecnologia buscam, em grande medida, somente os especialistas; uma gestão tecnocrática que ignora a opinião pública, isto é, mantém-se “a crença de que os governantes, para governar com efetividade, devem estar munidos de alguma classe especial de sabedoria”; os governos seguem ancorados numa tradição incapaz de criar canais participativos que contribuam para um debate profundo, aberto e construtivo com outras instâncias sociais. É a tecnocracia (p. 22).

Na sequência, passamos a discussão de um outro texto: “Contextualização no Ensino de Ciências por meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica”. Falamos sobre a neutralidade da Ciência, pois o *Movimento CTS* surgiu num momento em que se passou a refletir criticamente sobre as relações entre ciência,

tecnologia e sociedade. Um licenciando ressaltou a importância de ensinar conteúdos relacionados com a realidade dos alunos; ele deu o exemplo de uma intervenção realizada por ele, em que o assunto a ser discutido tinha relação com a temática dos transgênicos, e durante as aulas ele pôde notar que a maioria dos alunos não conhecia informações básicas sobre os transgênicos; e sabiam muito menos ainda sobre alimentos onde eles estão presentes. Daí, podemos nos questionar como os alunos podem realizar uma tomada de decisão entre usar ou não usar transgênicos se eles não têm conhecimento sobre o assunto? Com isso, entendemos que o conteúdo CTS deve ser implantado nas nossas escolas se preocupando com a formação do cidadão. Nas palavras de uma licencianda: “*os alunos precisam se sentir ativos na sala de aula*”, pois na abordagem CTS os estudantes precisam sair da sua zona de conforto deixando de lado a postura de passividade que é assumida no modelo tradicional de ensino.

Mas, algo que nos chamou a atenção foi o fato dos professores não possuírem domínio sobre os conteúdos CTS, pois uma vez que o professor assume uma postura de trabalhar na perspectiva CTS, precisa trabalhar com a tríade CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), isto é, precisa articular o conteúdo científico com as dimensões tecnológica e social. Por esse motivo, vemos a importância em difundir o *Movimento CTS* nas instituições de nível superior, principalmente na licenciatura, para que de forma intencional os conteúdos CTS possam chegar em nossas escolas, uma vez que os licenciandos serão futuros professores na educação básica.

O professor questionou os alunos sobre se eles viam diferenças no discurso do texto da Maria Eduarda, que é de origem portuguesa (européia), e o texto do Wildson que é brasileiro (latino-americano). Os licenciandos afirmaram que não percebiam diferença. Assim, foi salientado que os textos de origem latino-americana possuem uma preocupação maior com a formação para a cidadania, com a tomada de decisão por parte dos cidadãos, ou seja, como o próprio o Wildson afirma, concordando com Paulo Freire, é preciso promover uma educação que seja transformadora e libertadora e que tome como horizonte a construção de uma sociedade justa social e economicamente. A Ciência apresentada precisa estar envolvida com o cotidiano dos alunos para que, dessa

forma, possa ir ganhado significado na vida dos mesmos. O importante quando se assume em trabalhar com o Enfoque CTS é se preocupar com a articulação da tríade na sala de aula, por exemplo, um professor que gosta de trabalhar com botânica, deve procurar temas tecnológicos e sociais para possibilitar a discussão que contemple a tríade. Sendo assim, ele pode trabalhar com os conteúdos científicos sobre as plantas, discutir sobre a utilização das plantas medicinais e sobre o processo de fabricação de medicamentos a partir de compostos vegetais.

Segundo uma licencianda, é muito difícil trabalhar com a tríade CTS, pois as questões tecnológicas são difíceis de ser “encontradas”. O professor deu a exemplo de uma de suas orientandas que estava ministrando uma disciplina de Bioquímica e, com isso, surgiu à discussão sobre a manteiga e a margarina, os alunos puderam discutir a composição química dos dois produtos e o porquê que as pessoas decidem utilizar uma ou outra. Nessa discussão, a professora não abordou a dimensão tecnológica, pois no momento da aula ela não conseguiu enxergar o processo de fabricação da margarina e da manteiga como uma forma de alcançar a dimensão da tecnologia. Entendemos que a dificuldade em trabalhar a dimensão tecnológica nas aulas CTS, muitas vezes, está relacionada com o que, e como o professor está entendendo ou entende por tecnologia.

Outra questão discutida na aula foi relacionada ao cientificismo, no qual a Ciência é vista como uma verdade absoluta e infalível. Na leitura e discussão do texto do Prof. Wildson, constatamos que as sociedades modernas confiam na ciência e na tecnologia como se confia em uma divindade, gerando uma supervalorização da Ciência, dando origem ao mito da salvação da humanidade, considerando que todos os problemas da humanidade podem ser resolvidos cientificamente. Assim como o mito do determinismo tecnológico, entendido como desenvolvimento tecnológico que conduz ao desenvolvimento humano, mas acrescido da crença na autonomia da tecnologia sem a influência da sociedade. Esses são mitos que um educador CTS precisa desmistificar/problematizar na sala de aula enquanto professor que entende que a educação CTS possui preocupação em formar seus alunos para o exercício da cidadania. Todas essas foram questões abordadas neste encontro.

Ao final da aula foi solicitado que os alunos fizessem a leitura do texto “Movimento CTS e suas Proposições para o Ensino de Ciências” do Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira, e foi informado aos alunos que na aula seguinte teríamos duas apresentações de dissertações.

5º ENCONTRO (22/10/2015):

Neste dia, convidamos a pesquisadora Maria de Lourdes Oliveira Porto para apresentar a sua dissertação de mestrado que tinha como título: “O Ensino de Biologia na Educação de Jovens e Adultos (EJA) por meio do Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): Análise de uma Proposta Desenvolvida”⁶. Numa breve apresentação informamos que a pesquisadora é Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

Dando início à apresentação, a pesquisadora falou sobre as dificuldades encontradas no trabalho docente. No início da sua carreira ela ficou sem saber como trabalhar devido à grande dificuldade de leitura e escrita apresentadas pelos alunos, tornando o ensino de Ciências algo muito complicado. O enfrentamento de todas as dificuldades encontradas na realidade da sala de aula trouxe muitos questionamentos para a pesquisadora. Assim, no retorno à universidade para a realização do mestrado, ela viu a possibilidade de estar desenvolvendo um trabalho junto à Educação de Jovens e Adultos (EJA), por ser nesta modalidade de ensino que se encontra a maior parte da sua carga horária de serviço e onde ela vivenciava todas as dificuldades mencionadas.

Para a realização desse trabalho com a EJA, a pesquisadora utilizou como referencial teórico os estudos relacionados ao Movimento CTS, o que lhe possibilitou repensar o papel da Educação Científica e do Ensino de Biologia destinado aos alunos da EJA. A pesquisa teve a seguinte questão norteadora:

⁶ PORTO, M. L. **O ensino de biologia na educação de jovens e adultos (EJA) por meio do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): análise de uma proposta desenvolvida.** 381 p. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2014.

Quais os limites e as potencialidades do enfoque CTS para o Ensino de Biologia na EJA?

A pesquisadora enfatizou o fato das potencialidades do *Enfoque CTS* serem bem apresentadas na literatura, principalmente em trabalhos pontuais, nos quais são realizados minicursos e oficinas que são ministrados para alunos da Educação Básica. Ela ressaltou também que esses trabalhos possuem relevância, são importantes, mas muitos acontecem em situações que fogem um pouco da rotina da escola. Por isso, o trabalho que ela veio a desenvolver possuía como diferencial justamente o fato de ser realizado na sala de aula, levando em consideração os horários da escola, a fragmentação das disciplinas; levando em consideração o currículo da disciplina de Biologia proposto pela escola, etc. Portanto, o desafio era analisar quais os limites e as potencialidades desse trabalho desenvolvido na sala de aula, levando em consideração toda a rotina e condições oferecidas pela escola.

Desse modo, não se trata de uma situação artificialmente criada. Segundo a pesquisadora, o objetivo da pesquisa se coadunou com a questão que norteia toda pesquisa que é “investigar os limites e as potencialidades do *Enfoque CTS* para a disciplina de Biologia na EJA por meio da análise de uma proposta que foi elaborada, aplicada e analisada, culminando numa dissertação de mestrado. A pesquisadora informou que trabalhou com os seguintes fundamentos teóricos: o *Movimento CTS*, a Pedagogia Histórico Crítica (PHC), proposta por Dermeval Saviani e autores que discutem a EJA e suas especificidades.

O trabalho foi desenvolvido no Colégio Luís Viana, uma das principais escolas da cidade, dentro da disciplina de Biologia, durante um bimestre que correspondeu à primeira unidade. Então os sujeitos da pesquisa foram a professora/pesquisadora, que ministrou as aulas, a professora da disciplina que acompanhou o processo, e os alunos da turma. De acordo com os objetivos da pesquisa foi necessário estruturar a sequência didática em algumas etapas e a pesquisadora dividiu a intervenção em quatro momentos, sendo: **1º momento:** O conhecimento científico-tecnológico em discussão: a talidomida como elemento da História da Ciência; **2º momento:** A Biologia como disciplina escolar: breve apresentação; **3º momento:** Uma problemática social: a AIDS e

seus desdobramentos; e o **4º momento**: A tecnologia em debate: discutindo sobre células-tronco.

Em relação aos resultados da pesquisa a pesquisadora informou que eles evidenciaram a viabilidade do *Enfoque CTS* no contexto do ensino na EJA. Mas, algumas condições são necessárias, como: a flexibilidade curricular, os recursos didáticos e a variação das estratégias de ensino. Defendeu também a necessidade de uma mudança na postura do professor e dos alunos. Ela identificou que todos os elementos da tríade CTS foram trabalhados nas aulas, mas com ênfase diferenciada a cada momento. A contextualização do conteúdo é algo muito importante quando se adota o referencial CTS, pois só assim é possível que os alunos sejam mais participativos; para isso, é preciso que haja o desenvolvimento das atividades com várias estratégias didáticas, isto é, mais pluralidade metodológica. A pesquisadora ressaltou ainda que o ensino de Biologia na EJA pode se orientar pelos pressupostos do *Enfoque CTS*, como alternativa viável a ser implementada no contexto da escola básica, bem como os pressupostos da Pedagogia Histórico Crítica, como bases teóricas para orientar a maneira de compreender a educação e a prática educativa.

Foi interessante a fala da pesquisadora, primeiro porque ela é professora da educação básica e, atualmente, continua tentando manter suas aulas com inspiração nas propostas CTS; depois porque realizou em sua pesquisa uma intervenção concreta em sala de aula (EJA), mostrando que a educação CTS é viável, mesmo nas condições que as escolas de nossa região oferecem.

Após um breve intervalo demos continuidade à aula com a apresentação de uma segunda dissertação de mestrado, de autoria de Roseline Beatriz Strieder. Nós mesmos fizemos a apresentação deste trabalho, que tem como título: “Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de Articulação”⁷.

A dissertação apresenta um trabalho de pesquisa no qual a autora aplicou os referenciais CTS numa intervenção também inspirada nos pressupostos da pedagogia proposta por Paulo Freire.

⁷ STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e ensino médio**: espaços de articulação. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

A intervenção foi desenvolvida em escola pública localizada no município de Salvador das Missões/RS; envolveu os professores de Física, Biologia e Geografia e os alunos do primeiro e do terceiro ano do Ensino Médio. A escolha desse município para a realização da pesquisa foi justamente porque ele foi o cenário de construção de uma usina hidrelétrica: a Usina São José. Assim, a intervenção refere-se à implantação dessa usina e suas implicações para a comunidade local. Trata-se de uma pesquisa participante, em que ocorre a busca para produção de conhecimento e participação, apostando no conhecimento como instrumento essencial para mudanças.

A pesquisadora relata que foi muito difícil realizar esse tipo de pesquisa, no qual o pesquisador leva proposta, mas a escolha e a abordagem deve ser feita pelos professores. Em muitas escolas os professores não aceitam muito bem esse tipo de pesquisa. Ela conta que, muitas vezes, teve que estar mais presente e que ela mesmo teve que entrar em contato com a prefeitura para fazer alguns convites, para solicitar materiais para realizar algumas atividades. Ressalta-se que a escola estava aberta para a pesquisa, mas talvez não estivesse preparada para pesquisas desse tipo.

A pesquisadora dividiu o trabalho em quatro momentos: (1) Escolha do contexto e pretensões iniciais; (2) Contatos iniciais e delimitação de objetivos; (3) Definição das estratégias de ensino e (4) Desenvolvimento da proposta em sala de aula.

Com a realização da pesquisa, ela identifica que o primeiro passo para a formação de cidadãos atuantes, é “saber sobre” o assunto, algo que foi alcançado. Contudo, foi possível constatar que esse “saber” restringiu-se, na maior parte dos casos, à aquisição de informações e não à efetiva compreensão do que estava acontecendo. Então diante de tudo, a pesquisadora percebe que as ações desenvolvidas ficaram mais no nível da aquisição de informação, os alunos não conseguiram contextualizar os conteúdos com o entorno social deles, com a vida deles.

A pesquisadora concluiu que a proposta CTS apresenta diretrizes gerais, mas não se atem aos pontos de vista do processo educacional como um todo; é importante explicitar de forma clara, quais os objetivos pretendidos com tais

propostas, para, a partir disso, definir estratégias para sua inserção e ação na realidade. No final os alunos perceberam que o projeto foi de grande relevância para a aprendizagem. Segundo o referido trabalho foi notório que os estudantes avançaram bastante nos conhecimentos sobre o assunto e sobre a realidade que envolvia a construção da usina.

No final dessa aula foi encomendada, para o próximo encontro, novamente a leitura do primeiro capítulo do livro “Temas Emergentes em Educação Científica”. O capítulo tem por título “Movimento CTS e suas proposições para o ensino de Ciências”. Estavam presentes nessa aula 21 alunos.

6º ENCONTRO (23/10/2015):

Nesta aula fizemos a leitura e discussão do texto “Movimento CTS e suas proposições para o ensino de ciências”⁸. A discussão do texto foi dedicada à síntese de ideias centrais do *Movimento CTS* em suas repercussões sobre a Educação em Ciências.

Em relação aos objetivos de um ensino marcado por essas características, se pretendêssemos estabelecer uma análise comparativa entre o ensino clássico de Ciências e o ensino na perspectiva CTS, poderíamos dizer que o ensino tradicional se preocupa com o ensino de conceitos de Química, de Física, de Biologia. Em CTS, a organização da matéria se dá em torno de temas sociais e tecnológicos, compondo temáticas que possibilitem a articulação da tríade CTS. O ensino tradicional tem uma ênfase no método científico tradicional. No ensino CTS, a ênfase está na análise das potencialidades e limitações da ciência, vista como atividade humana. Nas aulas tradicionais a ênfase está na teoria, apenas quando dá tempo o professor vai para prática. No ensino CTS a base de temas sociais está na prática, mas não no sentido de ter aula prática no laboratório, por exemplo, mas sim, a prática no sentido de sempre procurarmos problemas concretos, existentes no plano da sociedade, para se pensar e refletir. Outra diferença é que no ensino tradicional, principalmente, na década de 1970 e 1980, o objetivo do ensino era cativar os alunos incentivando-os para a formação de

⁸ TEIXEIRA, P. M. M. Movimento CTS e suas proposições para o ensino de ciências. In: _____. (Org.). **Temas emergentes em educação científica**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2003.

cientistas. No ensino de ciências via CTS, o mais importante é a formação do cidadão, se esse cidadão será um especialista no futuro, isso é ele quem decidirá.

Ressaltamos que em cursos tipo CTS, o polo de atração do ensino não está necessariamente vinculado a conceitos. O centro da programação é constituído por temas sociais, e, nesse sentido, os conceitos científicos aparecem para que possamos analisar com sistematicidade esses temas (TEIXEIRA, 2003). Portanto, não se trata de uma abordagem de ensino que não se preocupa com o ensino de conceitos e conteúdos; eles continuam sendo estudados, só que em função de questões e temas que devem ser analisados pelo grupo classe (Idem).

Outro ponto importante que ressaltamos para os alunos, a partir da discussão gerada pelo texto é que não deve pairar sobre o *Enfoque CTS* o rótulo de uma proposta de ensino que acaba determinando o empobrecimento do estudo dos conteúdos. Nesse momento, uma aluna ressaltou que, de acordo com a situação real da sala de aula, teria que “cortar” [suprimir] muito conteúdos, porque não há como trabalhar nessa perspectiva com apenas duas aulas de Biologia na semana.

Neste ponto, enfatizamos que se o professor for adotar uma postura conteudista de seguir o livro, querendo dar conta de todo o conteúdo proposto pelos manuais didáticos, não dá para trabalhar nessa perspectiva de jeito nenhum.

Uma aluna relatou que o livro utilizado por ela no estágio de regência no ensino fundamental é um manual que trabalha muito com CTS; no final de cada capítulo o material traz uma temática voltada para CTS. Entretanto a aluna também disse que o professor regente (professor que a acompanha no estágio) informou que não trabalhava essa parte com os alunos.

Acreditamos que isso aconteça por uma pressão da parte conceitual, porque vários livros atuais trazem tópicos CTS em pequenos textos, uma tirinha de jornal, uma notícia interessante, mas parte dos professores preferem passar direto para os exercícios e atividades tradicionais, deixando de lado algo que possibilitaria tratar de uma articulação CTS com os estudantes. E essa atitude de “pular” essas oportunidades acaba sendo praticada pelos alunos até mesmo no ensino superior.

Com base no texto, analisamos uma proposta de curso CTS, verificando que se trata de uma proposta em que os temas sociais formam o centro do conteúdo programático e, como dissemos anteriormente, os conceitos científicos seriam utilizados como suporte para o estudo, análise, discussão e compreensão das questões apontadas durante a programação. Os cursos organizados nesta perspectiva exigem uma maior relação dos conteúdos, com o contexto social e assumem por definitivo uma postura interdisciplinar. Na lista de conteúdo temos Biologia, Tecnologia, Geografia, Química, Economia, então não é mais um curso dentro de uma disciplina, ele escapa desse encarceramento disciplinar, por isso, assume com mais facilidade a interdisciplinaridade.

Em relação às estratégias didáticas a serem utilizadas pelos professores, o texto menciona o esquema proposto por Aikenhead (1990) para aulas CTS: (1) introdução de uma questão social; (2) análise da tecnologia relacionada ao tema, (3) definição do conteúdo científico em função do tema social e da tecnologia introduzida; (4) uso da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado e (5) a retomada da questão social para a discussão final.

Nesse momento, o professor trouxe exemplos interessantes de aplicação de uma temática social. Ele utilizou dois artigos com os seguintes títulos “Brasileiras esterilizadas” - um artigo sobre mulheres brasileiras, principalmente, aqui no Nordeste, que eram esterilizadas pelo governo. O governo, preocupado com a superpopulação e com a gravidez de adolescentes, esterilizava as mulheres sem que elas soubessem. Outro artigo trabalhado versava sobre “Planejamento Familiar” junto a jovens adolescentes. As tecnologias relacionadas ao tema social também foram discutidas, com a apresentação e análise inicial de métodos contraceptivos. Foram levados para a sala de aula métodos contraceptivos como camisinha, diversos tipos diferentes de pílulas anticoncepcionais, o Dispositivo Intra-Uterino (DIU), e o que chamou muito a atenção é que a maioria das meninas nunca tinha visto um DIU. Elas não sabiam como que se introduz o artefato na vagina? Qual era o efeito daquilo? Então houve um momento de aprender como funciona o aparelho, as pílulas anticoncepcionais e a camisinha. Também houve o estudo do conteúdo científico como: reprodução humana, aparelhos reprodutivos, tanto a parte de anatomia, quanto a parte de fisiologia, depois as

tecnologias contraceptivas foram reestudadas e, na última aula, aqueles primeiros textos foram rediscutidos para a tomada de decisão.

Uma aluna falou sobre o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de um amigo que trabalhava com o *Enfoque CTS*; o rapaz fez o trabalho voltado para a Paleontologia. E uma das primeiras coisas que eles trabalharam foi à questão da ferrovia aqui em Jequié, por causa da construção, foi encontrado um sítio com algumas amostras fósseis. Com isso, eles discutiram a questão do progresso (questão social), pois o progresso vem para uma cidade como essa, mas, muitas vezes, as pessoas são injustiçadas, por exemplo, muitas casas tiveram que ser demolidas com a construção da ferrovia e as pessoas tiveram que sair de suas casas sem escolha. No minicurso, eles também discutiram sobre a dependência que os paleontólogos possuem dos técnicos que trabalham na ferrovia, uma vez que são os técnicos responsáveis que comunicam a presença dos fósseis encontrados à universidade; se não ocorrer essa comunicação, os pesquisadores nunca iriam saber desses fósseis. Os licenciandos também trabalharam o conteúdo científico sobre os fósseis com os estudantes. No final do minicurso o objetivo do pesquisador era pedir que os alunos fizessem projetos de lei, com soluções, algumas ideias, algumas decisões que podem ser tomadas. A nosso ver esse trabalho foi muito interessante, reforçando a ideia de que os referenciais do *Movimento CTS* podem ser trabalhados nas diversas áreas da Ciência.

Dando continuidade ao texto, observamos que ele apresenta várias possibilidades para a abordagem de temas CTS e que o modelo proposto por Aikenhead não pode ser visto como algo rígido, podendo ser ajustado na medida da necessidade.

No texto, o autor diz que o professor é a pedra de toque da qualidade educativa, e aí temos um problema crucial para o sucesso da escola. Ser professor é, na atualidade, o que sobra para quem não conseguiu coisa melhor, quando deveria ser profissão atraente e socialmente, relevante. É uma profissão que merece ser valorizada. Portanto, um ponto que não podemos esquecer é a questão do resgate da valorização da profissão docente.

Os alunos relataram que no estágio, alguns professores ainda questionaram sobre eles estarem estudando para ser professor, perguntado se

não tinha algo melhor para fazer. Os alunos ainda afirmaram que nas escolas o que eles mais veem são professores frustrados. Nessa situação, entendemos que o mais importante no momento seja a necessidade de recuperar a escola pública, de privilegiar reformas que recuperem a sala de aula; de exigir que o dinheiro público seja aplicado diretamente nas escolas, recuperando a qualidade do ensino público e da escola, como instância fundamental para a democratização de conhecimentos (TEIXEIRA, 2003).

Uma aluna afirmou que o que mais chamou sua atenção se refere aos problemas que aconteciam em 1997, e até hoje, observamos nas escolas mesmo problemas mencionados no texto. Ressaltando que a questão da violência em sala de aula não é mencionada no artigo estudado, mas é algo que está piorando; a falta de respeito com os professores é assustadora, pelo que foi relatado pelos licenciandos.

Para concluir, as discussões sobre o texto frisamos que o importante é analisarmos criticamente o ensino que temos. Mas para isso é preciso o professor enfrentar esse compromisso, porque muitos professores falam em respeito, mas não respeitam seus alunos. Neste dia estavam presentes 09 alunos.

7º ENCONTRO (26/10/2015):

Começamos a aula relembrando que a melhor maneira de desenvolver projetos CTS, é pensar na articulação da tríade CTS, conectar aquilo que a gente quer ensinar para os alunos com questões sociais. Fundamental no ensino pautado no *Movimento CTS* é que o centro das aulas seja determinado por temáticas de interesse social, ou seja, em nosso caso, temáticas sócio-científicas.

Com isso, explicamos para os alunos que na medida em que estávamos estudando o conteúdo de evolução, procuramos mostrar para eles que existem conexões entre a Teoria Evolutiva e questões sociais e tecnológicas. Em Genética, por exemplo, que é uma subárea bastante notória da Biologia, é fácil conectar conteúdos genéticos com questões sociais. Na Ecologia, junto com Educação Ambiental, conseguimos ver uma série de problemas relacionados às questões ambientais e as questões socioambientais. Mas há outras áreas das chamadas Ciências Biológicas, como a Botânica, a Zoologia e a Evolução, nas quais essas

conexões nem sempre são assim tão visíveis, de imediato na cabeça das pessoas, e a gente iria procurar mostrar isso ao longo das aulas dali para frente.

Deixamos claro que usaríamos o *Movimento CTS* com a Evolução sempre pensando em possibilidades para explorar o conteúdo, pois quando a gente estuda evolução, além de entender a parte conceitual, entendemos o mundo biológico de uma maneira mais abrangente, o que é fundamental. Nenhum biólogo entende a Biologia sem o fundamento da evolução é, por isso que ela é o eixo estruturante das Ciências Biológicas. Segundo Dobzhansky (1973) nada em Biologia faz sentido a não ser a luz da evolução, ou seja, a evolução é o eixo estruturante para a própria Biologia enquanto Ciência, então uma das coisas mais essenciais é entender a própria Biologia, como ela se estruturou como Ciência e o papel que a Teoria da Evolução teve neste processo.

As pessoas têm pouca noção de como é a Biologia como campo científico, pois ela se estruturou na passagem do século XIX para século XX. A Biologia não era considerada uma ciência unificada antes disso e a evolução teve papel central nessa unificação (MAYR, 2005).

Para essa aula preparamos cinco questões para conhecer as percepções dos alunos sobre a Teoria da Evolução. Deixamos claro que as perguntas poderiam ser respondidas de modo natural, sem nenhum tipo de preocupação em dar respostas certas ou amparadas em literatura específica; ou ainda aquele tipo de resposta de dicionário ou de livro de Biologia. As questões propostas foram às seguintes:

1. Como você define Evolução?
2. Em sua opinião, quais são os processos que geram a Evolução?
3. Se alguém lhe perguntar se o homem veio do macaco qual seria sua resposta?
4. Em sua opinião, a seleção natural resulta em organismos "perfeitos" ou "ótimos"?
5. O que vocês entendem por teoria?

Seguiu-se uma discussão em classe sobre as respostas manifestadas pelos alunos para essas questões.

Para a primeira pergunta surgiram as seguintes ideias: *mudanças consecutivas ao longo do tempo, não significam que as mudanças vão ser benéficas ou*

maléficas; mudanças graduais ao longo de períodos de tempo, que não levam a efeitos benéficos ou maléficos; a evolução não seria direcionada, ela é aleatória, simplesmente acontece; a evolução é uma teoria que explica como se originaram as espécies ao longo de milhares de anos, através de mutações, seleção natural, isolamento, propiciando que aconteça evolução, uma espécie que sofre pequenas mutações e vai se modificando a ponto de não ser mais aquela espécie.

Ressaltamos um detalhe muito comum, apresentado pelos licenciandos, que gera bastante confusão. É a confusão entre o conceito de Evolução e a Teoria da Evolução. Salientamos que um dos grandes problemas nessa área é a polissemia da palavra evolução, ou seja, quando a explicação do conceito sai do contexto das Ciências Biológicas e vai para o contexto comum da linguagem cotidiana, na qual a evolução tem um sentido diferente e escapa daquilo que a teoria propõe. Muitas pessoas associam evolução a ideia de progresso, algo que está totalmente equivocado do ponto de vista da teoria, pelo fato da evolução biológica não possuir uma direção ou uma finalidade e, muito menos, o sentido de melhora. Colocar o Homem no topo de uma escala natural dos seres vivos, como se o mesmo fosse o ser vivo mais evoluído deriva de uma visão de evolução como progresso, e que traz grandes problemas no entendimento da teoria. Deriva também de uma posição antropocêntrica que tende a colocar a espécie humana no centro de tudo (Grün, 1996). Portanto, quando se ensina evolução devemos deixar claro para os alunos que evolução, no contexto científico, difere do sentido de progresso empregado pelo senso comum para a palavra evolução.

Uma licencianda afirmou que apesar de já ter estudado sobre evolução, ela ainda está muito confusa; não entende como a evolução não tem uma direção, não tem um sentido propriamente dito, sem que, na opinião da aluna, a evolução esteja interligada com a adaptação. Ela entende que a mutação realmente não tem um sentido, que pode acontecer a qualquer momento, sendo benéfica ou não, mas e a evolução não tenderia para a adaptação? Outro aluno afirmou que entende que a evolução sempre ocorre no sentido da adaptação; fica parecendo que o indivíduo desenvolveu aquela função porque o meio exigia. Aqui, neste momento, detectamos uma distorção de natureza conceitual.

Nesse sentido, relembramos que Lamarck foi um pesquisador que teorizou sobre a evolução antes do Darwin. Lamarck acreditava que a evolução

tinha certo caminho, dos seres mais simples para os seres mais complexos. Mas essa teoria foi refutada pela comunidade científica, pois provavelmente a vida na Terra começou com bactérias e elas permanecem aqui até hoje. Nesse sentido, as bactérias são tão evoluídas quanto os seres humanos, quanto os mamíferos, quanto os insetos, etc. Não faz sentido dizer que existe uma linha que vai dos seres primitivos para os mais complexos, pois nós temos linhagens de animais primitivos até hoje existentes, com uma condição provavelmente muito parecida com a que eles tinham no início da vida na Terra, ou seja, há 4,5 bilhões de anos atrás. Assim, fica complicado falar que existe uma direcionalidade no processo evolutivo. Dependendo do ramo da árvore da vida, podemos perceber que acontecem retrações, existem lacunas e grupos que desaparecem. Então, é por isso que não dá para dizer que existe direção. A metáfora da Árvore da Vida é interessante por isso, a árvore remete a ramificações para todos os lados e, é nesse sentido, que a evolução acontece, sem direcionalidade e sem intencionalidade.

Assim seguimos para a segunda questão. Os alunos responderam mencionando conceitos e processos como: *mutação, fluxo gênico, isolamento e especiação*.

Nesse momento questionamos se eles não estavam confundindo evolução com especiação. A especiação está dentro do processo. Mas o que gera evolução? O que gera mudança? Os alunos citaram mutações, a necessidade, os fatores climáticos ou alguma limitação biológica que ocorreu em algum momento; citaram também a deriva continental. Questionamos se o que muda é a população ou o indivíduo? Eles responderam que depende da característica: *se a característica se firmar, fixando-se em vários indivíduos, quem muda é a população*. Diante dessa resposta, reformulamos a questão supondo que mutações realmente sejam um gerador de evolução: se um indivíduo sofre uma mutação, se for durante o curso da vida dele, essa mutação será transmitida para a prole? Uma aluna respondeu que não, defendendo que essa mutação é uma coisa que se restringe a um indivíduo. Para ela, evolução é o que vai para outras gerações.

Um aluno perguntou se quando falávamos em processos geradores de evolução, se estávamos nos referindo a mecanismos evolutivos? Respondemos que sim, e perguntamos novamente: O que gera evolução? O que gera mudança?

O que gera transformação? Responderam: a seleção natural. Afirmamos que a seleção natural age sobre uma base. Qual é a base? Houve duas respostas para essa pergunta sendo elas: as características dos indivíduos e as mudanças climáticas.

Explicamos que a base é a variabilidade genética dos indivíduos de uma população. O material genético quando se duplica, gera cópias de si mesmo, mas existem pequenos erros (mutações), e também existe um processo chamado recombinação que gera variabilidade, e nenhum dos alunos mencionou isso. A variância, uma vez no ambiente, sofre os efeitos da seleção natural podendo um ou outro indivíduo ter uma adaptação que possa, lá na frente, representar uma vantagem. Então a variabilidade é algo muito importante, pois sem ela, a seleção natural não teria sobre como agir na população. Ressaltamos que no livro “Evolução, Ciência e Sociedade”, D. Futuyma dá um exemplo extraído das práticas agrícolas. Quando o agricultor tem uma plantação homogênea geneticamente, se acontecer alguma praga, ele terá problemas porque sem variabilidade na população, a praga pode acometer toda produção de uma só vez. É por isso que em uma plantação deve existir variabilidade, pois caso aconteça alguma praga isso não afetará todas as plantas de forma homogênea. Atualmente existem empresas que vendem sementes, que são geneticamente homogêneas, e isso pode trazer problemas para os agricultores. A monocultura é um problema porque o agricultor tem que usar agrotóxico e outras tecnologias para dar conta do problema da homogeneidade genética daquele grupo.

Na terceira questão perguntamos: *Se alguém te perguntasse se o homem veio do macaco, como as pessoas geralmente perguntam, sobretudo para nós professores de Biologia, qual seria sua resposta?* Uma aluna respondeu que entre o macaco e o homem existe um ancestral comum, mas quando tentamos explicar às pessoas não entendem. Outra aluna disse que essa questão de achar que o homem veio do macaco vem da ideia de que a evolução é linear no sentido do progresso. Um aluno afirmou que ele acha importante entender o tempo geológico para compreender como a evolução ocorre. Segundo ele: *“muitas vezes as pessoas entendem que foi no nosso período de tempo que toda Terra foi criada; então eles não entendem que há uma evolução; eles acreditam em uma transformação; tinha um macaco que se transformou em um humano, um ancestral que, de repente, se transformou em*

humano. As pessoas não entendem que essas mudanças foram de tempos em tempos, milhões de milhões de anos, com a alteração de pequenas características, mudaram um pouco do fenótipo, teve algum tipo de adaptação se passaram milhões de milhões de anos para chegar à espécie humana, eles entendem que tinha um macaco e que do nada virou um homem, eles não entendem a questão do tempo". Aqui, o aluno destaca a importância de compreensão do tempo geológico, o que consideramos de extrema importância. De acordo com Bizzo e El-Hani (2009), a teoria evolutiva tem sido indevidamente tratada nas aulas, o que tem favorecido resultados ineficazes em relação à aprendizagem. A ideia de tempo geológico deve ser incluída nas aulas de Biologia, de maneira a superar o ensino fragmentado da teoria que é apresentado em nossas escolas.

A questão da religião também foi mencionada pelos alunos. Uma licenciada fez a seguinte afirmação: *"muitas vezes, no contexto religioso é inadmissível que se compare o homem com outro animal, pois o homem é a imagem e semelhança de Deus. O homem não se entende como animal, então é inadmissível haver qualquer parentesco evolutivo com as outras espécies. Geralmente os religiosos nem questionam se o homem veio do macaco. Afirmam que não é assim que aconteceu. Eles questionam: se homem veio do macaco como é que ainda existe macaco? Eles acham que entendem bastante do assunto. Eles imaginam que existiam macacos e do nada eles viraram homens e, conseqüentemente, o macaco tem que sumir, como se todos os macacos virassem homens e os macacos conseqüentemente, teriam que desaparecer.*

Talvez o principal problema seja a formação deficiente que temos sobre o assunto. O que leva a esse tipo de interpretação é a falta da noção de ancestralidade. Uma das principais teorias embutidas na Teoria de Darwin é a teoria da ancestralidade comum, que diz basicamente que todos os seres vivos têm um ancestral comum. Em segundo, falta à noção do tempo que é muito problemática. As pessoas não entendem ou não sabem o que significa 3,5 bilhões de anos que é o tempo da vida na Terra.

Uma aluna relatou que na época em que estudava no Ensino Médio o professor de Biologia começou o assunto sobre evolução, mas diante de uma grande discussão, houve um problema na sala de aula por conta da questão religiosa e o professor parou o assunto e não retomou mais.

Diante desse exemplo, consideramos lamentável que as pessoas se recusem aprender evolução sob alegação de que isso irá alterar sua fé, ou qualquer coisa desse tipo; significa para nós um processo de renunciar a crescer intelectualmente.

Outro ponto que discutimos com os alunos é que não precisamos acreditar em teorias; teoria científica não é objeto de fé. Diante de uma análise racional, se as informações, os conceitos e as evidências que a teoria traz são razoáveis e plausíveis e se consegue explicar bem aquilo que ela se propõem a explicar, podemos decidir se seremos ou não adeptos dessa teoria: é um processo de adesão por meio da razão. É por isso que o argumento do professor mencionado deveria ser o seguinte: Gente, o meu papel aqui como professor de Biologia, é democratizar o conhecimento científico; eu estou aqui para isso, se vocês quiserem discutir os conflitos entre religião e ciência a gente pode até deixar um tempo no final da aula para discutir sobre isso com serenidade, sem cobrar de ninguém uma posição. Mas recusar exercer seu papel na democratização do conhecimento é coisa que o professor de Biologia nunca poderia fazer, a não ser que ele mesmo não tenha segurança para lidar com essas discussões.

Um aluno disse que ele acha até difícil cobrar da população que ela saiba sobre a Evolução, porque se muitos professores têm dificuldade em explicar o assunto, como ficam às pessoas que não tem boa formação sobre o assunto; outra é que evolução biológica é um assunto de final de unidade, de IV unidade, sempre deixado como último assunto a ser ministrado nas aulas de Biologia e, muitas vezes, as aulas ficam nessa discussão simplista de acreditar ou não na Teoria, debatendo ciência e religião, e não explicam de fato os aspectos da teoria. Ele ainda relatou que gostou de uma aula em que a supervisora do PIBID ministrou para seus alunos, na qual ela primeiro explicou para os alunos qual a diferença entre ciência e religião, que a religião é dogmática e a ciência tem que passar por um conhecimento de razão, que é necessário ter provas suficientes para acreditar naquilo; ela falou um pouco sobre teoria e começou a falar de evolução, não deixando de discutir a religião, porque o que os alunos mais querem é discutir sobre religião; ela discutiu esses aspectos, mas primeiro focou para que os alunos entendessem o que é a evolução minimamente.

Afirmamos que essa deve ser de fato a postura do professor, explicar o conteúdo sem tentar impor suas posições. Muitas pessoas vêm fazendo uma análise equivocada de que a função do professor de Biologia seria converter os alunos. Isso não é o papel do professor de Biologia e nem o papel contrário; o papel do professor não é doutrinar ninguém, nem para o lado da ciência e nem para o lado da religião, o papel dele é democratizar conhecimento.

Na quarta questão fizemos o seguinte questionamento: *Em sua opinião a seleção natural resulta em organismos "perfeitos" ou "ótimos"? Melhores?* Os alunos responderam que não. Na opinião deles, a seleção permite que os indivíduos sejam adaptados aquela situação ou aquele ambiente em que estão vivendo. Mas isso não leva à perfeição, respondeu uma aluna. Pode ser ótimo em uma situação, mas não em outra. Os dinossauros foram uma espécie dominante em uma certa época na Terra, mas houve uma mudança nas condições gerais do meio ambiente terrestre e eles foram extintos; hoje temos os mamíferos e não se sabemos até quando eles vão permanecer; pode ser que surja outro grupo predominante daqui há milhões de anos. Então, chegamos à conclusão que o processo evolutivo não desencadearia a formação de indivíduos perfeitos.

O nosso olho, por exemplo, para muitas pessoas é um símbolo da perfeição, inclusive da perfeição divina, mas, se ele fosse perfeito nós não teríamos problemas de visão que aparecem ao longo da vida ou até mesmo no início da vida. Por esse motivo a noção de perfeição precisa ser problematizada, por exemplo, quando vemos um beija-flor tocando uma flor, notamos que a adaptação é tão precisa na relação do bico do pássaro com o receptáculo da flor, que acabamos associando isso a uma ideia de perfeição. Entretanto, para a Biologia, isso seria resultado de um processo de coevolução, porque as duas espécies evoluíram conjuntamente.

E por fim, finalizamos a atividade com a discussão com as seguintes perguntas: *O que vocês entendem por teoria? O que é uma teoria?*

De modo geral, os alunos, que responderam, demonstraram compreender o que é uma teoria. Um licenciando afirmou que o termo teoria é difícil para o entendimento das pessoas, pois elas não compreendem que as teorias são baseadas em estudos para se chegar a determinada conclusão.

Complementamos dizendo que a palavra teoria tem o mesmo problema da palavra evolução: é uma palavra polissêmica. Às vezes religiosos fervorosos dizem o seguinte: a evolução é somente uma teoria, ela não foi provada. Esse tipo de interpretação associa teoria à hipótese, pois de acordo com o método científico, hipótese é algo que ainda precisa ser testado; é uma resposta provisória para um problema (ou uma pergunta) de pesquisa que tentamos resolver. O conhecimento científico é provisório, ele muda com o tempo, mas as teorias são grandes conjuntos de conhecimentos sustentados por fatos e evidências que apoiam as afirmações que aquela teoria faz. Dado o nível de sustentação e de consolidação das pesquisas em cima daquela área é que uma teoria se sustenta como modelo explicativo, ou seja, teoria é um modelo explicativo sobre alguma coisa.

A Teoria da Evolução explica como a vida se originou e se diversificou no planeta Terra. Ela é um conjunto de conhecimentos, com ideias e conceitos explicativos sobre a vida em nosso Planeta. No senso comum o fato de colocar uma crítica em cima de um determinado conceito enfraquece a teoria. Só que às vezes a teoria pode ser fortalecida, por exemplo, quando ela recebe uma crítica e consegue lidar com essa crítica, avançando na proposição do conhecimento científico daquela área. Um exemplo está na ideia de seleção natural proposta por Darwin, em 1859. Ela não foi aceita de imediato, recebeu críticas e surgiram até teorias rivais. Mas, após aproximadamente 50 anos, a ideia de seleção natural começou a ser aceita de forma mais consensual pela comunidade científica. Houve um momento na História da Ciência em que a própria teoria do Darwin sofreu várias críticas e quase foi rejeitada. Esse momento foi chamado de "Eclipse do Darwinismo", e só depois com apoio de evidências vindas da Genética e de outras áreas é que teoria se fortaleceu ganhando predominância (MEYER; EL-HANI, 2005).

As discussões realizadas na primeira parte dessa aula foram interessantes, sobretudo porque conseguimos discutir com os alunos uma série de questões relacionadas à Natureza da Ciência.

Lembrando do esquema proposto pelo Aikenhead, sobre como trabalhar com temas sociais, no qual devemos partir de temáticas sociais para estudar

alguma coisa, na sequência, assistimos um documentário que trazia a questão da evolução no seu embate com a religião. Assim, pudemos mostrar para os alunos os impactos da evolução na sociedade. O documentário tinha duração de 50 minutos, e está disponível na internet⁹, com produção e direção de Antony Thomas sendo lançado em 2013, pela Home Box Office. O documentário “Contestando Darwin” explora o que está por trás da teoria criacionista na atualidade, mostrando depoimentos de pessoas que rejeitam a teoria evolutiva. O filme também apresenta as preocupações de Charles Darwin enquanto lidava com as conclusões de sua teoria. Estavam presentes neste dia 17 alunos.

8º ENCONTRO (27/10/2015):

Iniciamos com a discussão sobre o documentário “Contestando Darwin”, assistido pela turma na aula passada. O vídeo mostrava, em primeiro lugar, o quanto uma ideia pode ser forte, a ponto de levar a reflexões no mundo inteiro. Ressaltamos que esse vídeo foi proposto para discutirmos o conceito de evolução, que é algo que gera muitos conflitos e confusões, sobretudo quando as questões relacionadas à linhagem humana são incorporadas às discussões.

O vídeo mostra o depoimento de muitas pessoas que são religiosos radicais. Muitas se referem à Teoria da Evolução como se ela fosse algo enviado pelo “anticristo”; algo que viesse solapar a fé das pessoas. Esse conflito entre ciência e religião afeta tanto a vida das pessoas a ponto dos professores de Biologia ficarem receosos de ensinar a teoria por medo de lidar com essa discussão. Assim, solicitamos aos alunos que explicitassem aspectos que mais lhe chamaram atenção no vídeo.

Um aluno afirmou que achou interessante o fato de algumas pessoas entenderem que Darwin fez a Teoria da Evolução para “desconverter” as pessoas em relação ao cristianismo, como se fosse uma conversão ao contrário. É como se as pessoas acreditassem que Darwin fez uma seita para tirar os cristãos do caminho, criando a Teoria da Evolução. Para o licenciando, as pessoas do vídeo demonstram entender que aqueles que são adeptos da teoria não acreditam em Deus.

⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=15AA1bCui-M>

Vale ressaltar que quando Darwin publicou o livro, "*A origem das espécies*", em 1859, a ciência já tinha natureza laica, já se procurava buscar explicações para o mundo, separadas de qualquer explicação de natureza religiosa, buscava-se explicações racionais. No século XVIII, havia muitos historiadores naturais que procuram encaixar suas explicações dentro de um paralelo de explicações religiosas; eles tentavam racionalizar sobre o mundo, mas sem desconectar totalmente suas teorias de uma racionalidade religiosa. Então a ciência estava em um período de transição, embora, na maioria das vezes fosse laica, ou seja, desligada das questões religiosas.

Outro aspecto que chamou a atenção do licenciandos é o fato de alguns pastores que aparecem no vídeo afirmarem que é natural um ateu, se referindo aos cientistas, produzir uma teoria que pregue contra o cristianismo. Enfatizamos que é preciso deixar claro que no livro (*A Origem das Espécies*), Darwin não faz qualquer tipo de crítica contra o cristianismo. Outro aspecto que foi preciso problematizar é a história da doença da filha do Darwin; é preciso ter cuidado ao utilizar esse tipo de vídeo, pois ele deixa transparecer que Darwin resolveu escrever sua teoria para mostrar que Deus não existe, por conta da morte da filha. Mas, essa interpretação é absolutamente equivocada, pois Darwin já estava trabalhando nos escritos do livro quando sua filha faleceu.

Os alunos também afirmaram que não se pode negar que a Evolução ocorre, até mesmo pela existência do registro fóssil. Uma licencianda afirmou que ela concorda com a ideia de evolução, mas em sua opinião, a criação do universo foi algo iniciado por Deus. Outros licenciandos demonstraram ter essa mesma ideia em relação à criação do universo. Assim, diante dos comentários apresentados pelos alunos, parece que parte deles tenta acomodar suas crenças religiosas ao conhecimento científico estudado na faculdade.

Enfatizamos que a Evolução é uma teoria histórica. Ernest Mayr afirmou que a evolução e a ecologia são ciências históricas, porque elas descrevem uma coisa que já aconteceu, a evolução continua, mas nós precisamos olhar para o passado, para entender o presente. Os fósseis são evidências que ajudam a compor a teoria, sabemos que o registro fóssil não é perfeito, mas, ele é suficientemente robusto para ajudar a compor os elementos de sustentação da teoria.

O outro aspecto discutido foi o fato de ser quase inacreditável que pessoas do século XXI façam tradução ou interpretação literal do texto bíblico, por exemplo, afirmando que o mundo foi criado há 6.000 anos; é absolutamente provável que o mundo tem muito mais que isso. Outro aspecto que prova um profundo desconhecimento sobre a história da escrita da bíblia é que algumas pessoas acreditam que ela foi redigida supostamente pelo próprio Deus. Destacamos que a bíblia foi escrita por seres humanos, não há como contestar isso, as pessoas precisam estudar a história da bíblia e, a literatura sobre a sociologia de religiões para aprofundar suas informações a esse respeito. Todos esses elementos apareceram nas discussões realizadas sobre o conteúdo do vídeo.

Uma outra licencianda relatou que ao ministrar o conteúdo sobre os animais, explica que os seres humanos também são animais, mas seus alunos discordam dessa afirmação. Segundo ela, eles acham que os animais são seres inferiores e que os humanos são superiores, e por isso podem comandar tudo que existe na natureza. Essa visão vem do texto bíblico de Gênesis que traça uma narrativa como se todo planeta estivesse a nosso dispor. Assim, quando discutimos questões biológicas e ecológicas é preciso ensinar que o planeta não está aqui para nos servir, nós fazemos parte do meio ambiente.

O pesquisador Mauro Grün, um dos principais ambientalistas brasileiros, chama isso de antropocentrismo, ou seja, a tendência que nós humanos temos de nos colocar acima de todos os outros seres vivos, principalmente dos animais (GRÜN, 1996).

Um outro trecho do filme que chamou atenção foi o momento que mostra uma mãe de quatro crianças que adota a postura de tirar os filhos da escola, de tal sorte que ela mesma faz a educação deles em casa, porque segunda ela, nas aulas de Ciências será ensinado uma teoria que explica o surgimento do universo de maneira diferente da apresentada nas sagradas escrituras. Por isso, ela dá a educação que acha ser melhor para seus filhos. Assim, questionamos o que os licenciandos achavam dessa situação?

Uma aluna respondeu que é um absurdo, até mesmo pelo fato da mãe não preparar os filhos para que eles enfrentem outras opiniões, sobre conceitos e outras crenças, porque com certeza eles irão conviver com pessoas que possuem

opiniões contrárias. A mãe ainda ressalta que eles precisam ter muita fé para continuar acreditando no cristianismo. Na opinião da licencianda, criar os filhos dessa forma é como se fosse possível colocar a criança dentro de uma bolha.

Enfatizamos que a convicção religiosa às vezes é tão forte que pode até alienar as pessoas. Como se colocar os filhos em uma redoma realmente pudesse protegê-los da comunicação com as outras pessoas. Além de ser uma expressão de alienação, é uma ingenuidade, porque ela não vai poder prendê-los para o resto da vida. Chegará o momento em que eles terão que lidar com diferentes opiniões e com suas próprias convicções.

Todas as discussões relacionadas ao documentário foram bastante interessantes. Elas mostraram o impacto da Teoria da Evolução na sociedade e explicitaram ideias e conflitos sustentados pelos próprios licenciandos. Discutir ciência e religião sem gerar conflitos depende muito do professor; é preciso ter muito cuidado para não impor nada aos alunos. Mas o professor não pode deixar de fazer o seu papel como educador no sentido da democratização do conhecimento científico. O professor deve se colocar em uma posição eticamente neutra, no sentido de não tentar impor a sua posição, seja ela qual for; é preciso respeitar as posições divergentes e deixar de lado posturas que representem intolerância.

Finalizada a discussão sobre o filme, fizemos uma aula expositiva dialogada tratando sobre a primeira parte do livro "*Evolução, Ciência e Sociedade*". Esse livro está disponível para *download* gratuito no site da Sociedade Brasileira de Genética. É interessante porque ele tenta mostrar as repercussões da Evolução para além do conflito entre ciência e religião. Assim, estudamos a parte do livro que se refere à relevância da Biologia Evolutiva para o Programa Nacional de Pesquisa nos Estados Unidos. Futuyma (2002) afirma que a importância da Biologia Evolutiva não é meramente filosófica, no sentido em que ela destronou a espécie humana como a principal espécie vivente no mundo, nesse sentido, a teoria é filosófica porque ela coloca os seres humanos em igualdade com todos os outros seres vivos. Segundo o autor, a Biologia Evolutiva é o estudo da história da vida e dos processos que levam à sua diversidade. Baseada nos princípios da adaptação, no acaso e na história, a Biologia Evolutiva procura explicar todas as

características dos organismos, ocupando por isso posição central dentro das Ciências Biológicas (FUTUYMA, 2002).

Os estudos evolutivos atuais estão relacionados a ameaças à qualidade ambiental; à necessidade de produção de alimentos devido a pressões populacionais, algo que já era discutido desde o trabalho de Tomas Malthus, relacionando o crescimento populacional com a escassez de alimentos; novos perigos para a saúde humana gerados pelo aparecimento de resistência a antibióticos e de novas doenças; e, a explosão de novas tecnologias na biotecnologia e na computação, como por exemplo, no ramo da Ciência da Computação que se chama Computação Evolucionária que aplica mecanismos evolutivos nas pesquisas sobre inteligência artificial (FUTUYMA, 2002).

Para Futuyma (2002), a Biologia Evolutiva estabeleceu de forma inequívoca que todos os organismos evoluíram a partir de um ancestral comum; documentou muitos acontecimentos específicos da história da evolução e desenvolveu uma teoria bem validada, apoiada por estudos de várias áreas que dão suporte para a teoria, pois várias ciências trabalharam de forma interativa para compor a teoria. Por esse motivo não podemos chamá-la de forma simplista de Teoria do Darwin, já que muitos cientistas contribuíram para a teoria se tornar o que ela é hoje.

Os métodos, conceitos e perspectivas da Biologia Evolutiva deram e continuarão dando importantes contribuições para outras disciplinas biológicas, tais como a Biologia Molecular e do Desenvolvimento, a Fisiologia e a Ecologia, bem como a outras ciências básicas como Psicologia, Antropologia e Informática. Em relação à Psicologia, algo que foi questionado, podemos dizer que ela estuda o comportamento dos humanos comparando com o comportamento animal, estuda-se a linhagem de mudanças comportamentais. Futuyma defende que temos de aplicar as pesquisas em Evolução a problemas da sociedade e devemos incluir as implicações de tais pesquisas na educação de uma cidadania cientificamente informada.

Encerrando as atividades dessa aula, solicitamos a leitura da introdução e capítulo 1 do livro “Evolução: o sentido da Biologia” para a próxima aula. Estavam presentes neste dia 19 alunos.

9º ENCONTRO (28/10/2015):

Iniciamos a aula com a leitura e discussão da introdução do livro “Evolução: o sentido da biologia”¹⁰ do Diogo Meyer e do Charbel Niño El-Hani. Na introdução os autores fazem, de maneira acessível, uma apresentação sobre o conteúdo do livro, mostrando os conceitos centrais da Biologia Evolutiva e sobre a visão de mundo evolucionista. Ao longo de todo o livro os autores apresentam exemplos e fenômenos próximos da experiência cotidiana das pessoas, como por exemplo, a resistência a antibióticos. Os autores desejam contribuir para uma visão mais informada sobre como as Ciências Biológicas explicam as mudanças sofridas pelos seres vivos ao longo do tempo. A ideia de usarmos este livro é que ele é apoio importante para dar sustentação para o estudo conceitual da Teoria da Evolução. Esperávamos que com o apoio do livro, os alunos percebam que a evolução assume papel central no ensino de Biologia, afinal, a evolução é considerada o eixo unificador das Ciências Biológicas, mas, infelizmente, não é tratada dessa maneira nas aulas de biologia por grande parte dos professores (MEYER; EL-HANI, 2005; OLIVEIRA; BIZZO; PELLEGRINI, 2016).

Vale ressaltar que o livro foi organizado em bases histórico-filosóficas, mostrando como o conhecimento científico ligado à teoria evolutiva foi construído ao longo da história chegando à teoria científica atualmente aceita. Os autores afirmam que a teoria evolutiva sempre foi muito debatida e questionada, o que acontece até os dias atuais. Assim, o livro pretende contribuir para o melhor entendimento desses debates, mostrando o que tem sido alvo de controvérsia e quais aspectos da teoria evolutiva são aceitos pela comunidade científica.

No capítulo 1, intitulado “A natureza instiga curiosidade”, os autores iniciam o texto assinalando que quando olhamos a natureza a nossa volta é fácil encontrarmos fatos que nos deixam perplexos, como certos comportamentos presentes em alguns animais, ou a sofisticada engenharia encontrada nas penas das aves. Eles citam, por exemplo, o comportamento das aranhas viúvas negras. Após a cópula o macho é canibalizado. Esse comportamento aparentemente destrutivo nos lança na busca de uma explicação evolutiva para esse fenômeno.

¹⁰ MEYER, D.; EL-HANI, C. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

Ocorre que, para esse tipo de explicação, precisamos entender em que momento ele surgiu e porque foi mantido no grupo ao longo das gerações.

Desse modo, precisamos compreender os processos que explicam o surgimento daquela estrutura ou comportamento, assim poderemos oferecer um relato mais completo sobre a presença e a natureza desses traços. Outro exemplo envolve a compreensão do aparecimento de penas em aves. Todos esses aspectos introdutórios foram discutidos durante o encontro.

Em seguida assistimos ao documentário “Charles Darwin: a voz da evolução”, vídeo mostrando a trajetória de vida de Darwin desde sua juventude, sua viagem de cinco anos a bordo do Beagle em busca de respostas sobre a evolução até a chegada às Ilhas Galápagos. Dessa intensa jornada, Darwin escreveu sua teoria. O documentário foi produzido pela BIO, The Biography Channel e tem duração de 44 minutos e está disponível na internet¹¹.

Após assistirmos ao filme ressaltamos que o Darwin é o principal mentor da teoria evolutiva, mas de modo algum é o único. Outra coisa que chamamos a atenção é que a ideia de evolução já era bastante aceita na época da publicação do livro de Darwin (*Origem das Espécies*), mas quando os conceitos do livro começaram a ser discutidos muita coisa continuou em debate, com isso o darwinismo só começou a ser sintetizado aproximadamente 40 anos depois com o neodarwinismo (MEYER; EL-HANI, 2005).

Depois dessa pequena discussão fizemos uma dinâmica sobre o tempo geológico (figuras 3 e 4) que é algo fundamental para a compreensão da teoria. Utilizamos uma fita medindo aproximadamente 1 metro para representar o tempo, totalizando os 4,5 bilhões de anos da Terra. Com o auxílio de duas alunas, pedimos que cada uma delas segurasse uma extremidade da fita, o lado direito seria o marco zero, assim fomos fazendo marcações na fita conforme fomos avançando no tempo. Marcamos na fita, com a ajuda de cliques de metal, os seguintes episódios evolutivos: origem da vida; aparecimento dos mamíferos; primeiros antropóides e gênero *homo*; chegada do homem à América. Assim conseguimos mostrar para os alunos de forma representacional como a existência dos humanos é recente se considerarmos todo o tempo geológico. A ideia de

¹¹ <https://www.youtube.com/watch?v=3iCaZrhFWfQ>.

marcar o tempo geológico na fita é interessante porque essa questão fica menos abstrata na cabeça das pessoas. É uma interessante ferramenta para trabalharmos os conceitos de tempo geológico junto a nossos alunos, inclusive na educação básica. Estavam presentes neste dia 20 alunos.

Figuras 3 e 4: Desenvolvimento da dinâmica sobre o tempo geológico (9º encontro).



10º ENCONTRO (21/11/2015):

A aula começou com uma exposição do capítulo 2 do livro “*Evolução: o sentido da biologia*” de Diogo Meyer e Charbel Niño El-Hani. O capítulo é intitulado “A mudança é a regra” e é dedicado a apresentar elementos básicos relativos à história da Teoria da Evolução, personagens importantes, mostrando que é um empreendimento científico coletivo, teorias rivais (como o fixismo) etc.

Discutimos que os autores enfatizam que desde o século XVIII diversas teorias de evolução biológica vinham sendo desenvolvidas e, entre elas, os autores apresentam as teorias de Buffon e Lamarck. Mostram também o trabalho de Georges Louis Leclerc (mais conhecido como Conde de Buffon), ao propor que as espécies se transformavam, mas de um modo limitado. Ele acreditava que cada espécie tinha um “molde interno”, que determinava sua forma e se uma espécie se dispersasse para diferentes regiões do globo, em cada um desses locais, a influência do ambiente levaria a desvios, resultando em novas variedades.

Outra teoria discutida pelos autores pertence ao evolucionista Jean-Baptiste Antoine de Monet, cavaleiro de Lamarck, que propôs uma teoria bastante diferente. Neste momento, enfatizamos que nós, professores, precisamos desmistificar, em nossas aulas, a ideia de que Lamarck foi um cientista que pensou tudo errado. No momento da história em que Lamarck viveu não era fácil falar de evolução, pois haviam poucos estudos e poucos recursos para os cientistas. Também precisamos desmistificar a questão da

herança de características adquiridas e a lei do uso e desuso aparecerem nos livros didáticos como sendo o legado principal da teoria lamarckista, pois o papel do ambiente era algo secundário na teoria proposta por Lamarck.

Para Lamarck o processo evolutivo consistia numa escalada de complexidade, ou seja, os seres primitivos – originados por geração espontânea – se transformariam gradualmente, ficando cada vez mais complexos. Ele acreditava que, a partir da origem de cada ser por geração espontânea, uma sequência linear de aumento de complexidade se estabelecia. O ambiente forçaria os seres vivos a modificar seus hábitos, devido às necessidades de sobrevivência, e essa mudança resultaria em uma alteração dos padrões de uso e desuso dos órgãos, de modo que estruturas orgânicas poderiam ser desenvolvidas ou atrofiadas.

Em 1858, uma nova teoria evolutiva foi proposta por Charles Darwin (1809 – 1882) e Alfred Russell Wallace (1823 – 1913). Eles apresentaram seus trabalhos num encontro da Sociedade Lineana. Sendo que o conteúdo do trabalho de Darwin foi publicado em forma de livro em 1859, intitulado “*A origem das espécies*”.

Uma das grandes inovações introduzidas por Darwin foi à ideia de que a evolução não é um processo linear, mas um processo de divergência a partir de ancestrais comuns, na qual, todas as espécies seriam, em maior ou menor grau, aparentadas umas com as outras. Outra ideia central do trabalho de Darwin é uma teoria sobre o processo que causa as mudanças evolutivas: a seleção natural (O conceito de seleção natural foi objeto de discussão na aula seguinte). Em relação à pergunta: o homem veio do macaco? Os evolucionistas terão uma resposta diferente dos fixistas. Para os evolucionistas, chimpanzés e humanos são resultado de transformações evolutivas. Eles partilham um ancestral comum, que existiu há um tempo, e sofreram mudanças desde que essa espécie ancestral se ramificou pela primeira vez, ou seja, humanos e macacos são parentes próximos na natureza e o ancestral que deu origem a ambos era um animal semelhante aos macacos que conhecemos hoje.

Em seguida discutimos sobre cada argumento reunido por Darwin em “*A origem das espécies*”, sendo eles: as semelhanças entre os seres vivos, as

convergências, os órgãos vestigiais, as evidências paleontológicas e a variação geográfica.

Logo depois, sempre com base no referido capítulo, discutimos sobre as cinco teorias evolutivas, pois o que chamamos de “teoria darwinista da evolução” é na verdade um conjunto de teorias inter-relacionadas, que remetem a diferentes aspectos do processo evolutivo.

Primeira teoria: *A evolução ocorre*, ou seja, as espécies não são imutáveis, elas se transformam ao longo do tempo, num processo de descendência com modificações. Para Darwin todos os seres vivos são em algum grau aparentados entre si.

Segunda teoria: *Os seres vivos partilham ancestrais comuns*, para Darwin novas espécies surgem de espécies preexistentes, que, por sua vez, se originaram, no passado, de outras espécies.

Terceira teoria: *a variação dentro da espécie origina diferenças entre espécies*. Para Darwin, a variação que existe dentro de uma espécie dá origem às diferenças entre as espécies. Portanto, não são os indivíduos que mudam ao longo do processo evolutivo e sim a população.

Quarta teoria: *a evolução é gradual*, ou seja, as grandes mudanças evolutivas ocorreram por meio de uma sucessão de mudanças menores que se acumularam. Para Darwin, a natureza não dá saltos.

Quinta teoria: *a seleção natural é o mecanismo subjacente à mudança evolutiva*. Em relação a essa teoria, Meyer e El-Hani (2005) apresentam seis ideias e observações feitas por Darwin e Wallace sobre a teoria da seleção natural. Nesse momento, fizemos a leitura dessa parte do livro para que todas as ideias e observações fossem discutidas.

Com isso, Darwin e Wallace compreenderam que os seres com características que aumentam sua capacidade de explorar o ambiente no qual vivem tendem a sobreviver. Se a característica responsável pelo aumento da chance de sobrevivência for herdável, ela será transmitida para as gerações subsequentes. Assim, após longos intervalos de tempo, a maior parte da população possuirá a característica vantajosa. O processo de sobrevivência e

reprodução desiguais, juntamente com a herança de características que influem na sobrevivência, constitui o processo de seleção natural.

Os autores concluem o capítulo com a discussão do seguinte questionamento: sabemos tudo que há para saber sobre evolução? Podemos dizer que em qualquer área da ciência, o conhecimento está constantemente sendo gerado e colocado em xeque e a Biologia evolutiva também vive seus debates dentro de seu edifício, cujos alicerces foram plantados pelo trabalho de Darwin e de seus seguidores, mas reformas foram feitas e continuarão a ser desenvolvidas.

Após essa aula expositiva e dialogada, exibimos o vídeo sobre os três tipos de seleção natural: a estabilizadora; a direcional e a disruptiva. Trouxemos esse vídeo para demonstrar que a seleção natural é um mecanismo evolutivo que está presente na vida das pessoas. O exemplo utilizado para explicar a seleção natural estabilizadora foi à interação gênica entre a anemia falciforme em regiões endêmicas de malária. Na seleção natural direcional, na qual o fenótipo extremo é favorecido, utilizamos o exemplo do uso de antibióticos. No caso da seleção natural disruptiva, na qual dois fenótipos extremos são favorecidos utilizamos o exemplo de plantas que são adaptadas a solos contaminados por metais pesados e plantas que são adaptadas a solos não contaminados.

Em seguida, fizemos a leitura do texto “Salvem as bactérias”¹² de Eurico C. de Oliveira, publicado em 06 de novembro de 2015. O autor defende que o foco da preservação deve ser a paisagem, o bioma, e não uma dada espécie, uma vez que a extinção de decompositores terá efeitos muito mais dramáticos sobre o todo. Discutimos também com os alunos sobre os custos para a formação de especialistas e a forma como a catalogação da biodiversidade acontece no Brasil, sendo uma forma custosa e que não resulta em preservação.

Encerramos a aula com a encomenda da leitura do capítulo 3 “A seleção natural” do livro *Evolução: o sentido da biologia*. Estavam presentes 14 alunos nesta aula.

¹² Disponível em: <http://alias.estadao.com.br/noticias/geral%2csalvem-as-bacterias%2c10000001366#>. Acesso em 10 de novembro de 2015.

11º ENCONTRO (05/12/2015):

Iniciamos com uma exposição sobre o capítulo 3 do livro “Evolução: o sentido da biologia”. Esse capítulo é intitulado “*A seleção natural*”, e os autores iniciam o texto abordando sobre a vida conturbada da seleção natural darwiniana. Eles sustentam que a ideia de evolução, por meio de um processo de descendência com modificações, resultando em transformações das espécies, possuía grande aceitação na comunidade científica. Todavia, existiam dúvidas sobre o papel da seleção natural; dúvidas relacionadas a dois problemas: ausência de um mecanismo convincente de herança e a aparente falta de direção do processo evolutivo.

Para compreender as controvérsias existentes em relação à seleção natural precisamos entender a natureza do pensamento darwinista. O darwinismo original apresentava uma postura flexível em relação à possibilidade de ocorrência de outros mecanismos evolutivos, como por exemplo, a herança de características adquiridas, mas, no final do século XIX, quando August Weismann defendeu a ideia de que a seleção natural seria o único mecanismo evolutivo aceitável, houve queda na aceitação da teoria darwinista, processo que acabou gerando o surgimento de diversas teorias antidarwinistas. Peter Bowler chamou esse período de “eclipse do darwinismo”.

Com isso, surgiram três teorias alternativas ao darwinismo, sendo elas: o neolamarckismo, a teoria da ortogênese e o mutacionismo. Abordamos rapidamente o conteúdo dessas teorias durante a discussão. Apenas na década de 1920 o darwinismo começa a ressurgir, sendo o principal alicerce para a construção da *teoria sintética da evolução*. Pesquisadores como Fisher, Haldane e Wright demonstraram que a variação estudada por evolucionistas poderia ser explicada pela herança mendeliana e pela seleção natural, descartando a teoria da herança de caracteres adquiridos e a ortogênese.

Muitos estudos foram feitos para demonstrar a seleção natural em ação. No capítulo que estudamos com os alunos, os autores trazem exemplos como a evolução de bactérias no laboratório; a seleção natural em nosso cotidiano, com o uso indiscriminado de antibióticos; e a mudança de características de peixes em poucos anos, como no estudo apresentado por John Endler e David Reznick. Eles

fizeram comparações entre populações de lebetes oriundas de diferentes localidades, concluindo que em ambiente com alta taxa de predação por ciclídeos, existe um favorecimento dos peixes lebetes menores e maturação sexual precoce; já em ambientes com baixa taxa de predação por ciclídeos, existe um favorecimento dos peixes lebetes maiores (cerca de 14%) e maturação sexual mais lenta.

Outros exemplos da ação da seleção natural também foram discutidos como: o caso das aranhas canibais; a reorganização da bacia nos seres humanos, que permitiu a adoção da postura bípede; e a função do vôo em relação às penas das aves.

Por fim, enfatizamos que o fato da seleção natural não explicar tudo o que vemos no mundo natural de modo algum diminui sua importância.

Após a exposição feita sobre o capítulo 3, exibimos um trecho do documentário “Gênios da Ciência - Darwin” voltado para detalhar a rotina de tratamento de pessoas que possuem o vírus HIV e a maneira como o vírus reage ao tratamento com drogas medicamentosas. O vídeo completo está disponível no seguinte link: <https://www.youtube.com/watch?v=Aa9JzvoMhdw>. Nessa aula estavam presentes 18 alunos.

12º ENCONTRO (27/02/2016):

Iniciamos a aula retomando alguns aspectos importantes que foram discutidos no estudo do capítulo 3, o qual foi descrito no encontro anterior. Em seguida iniciamos a discussão referente ao capítulo 4 que é intitulado “Debates atuais na Biologia Evolutiva”. O capítulo traz informações sobre a Evo-devo, a Teoria do Equilíbrio Pontuado, e discute sobre três princípios que estão presentes na formulação contemporânea do darwinismo que Stephen Jay Gould: agência, eficácia e alcance.

Em relação ao título do capítulo ressaltamos que existem debates atuais dentro da Biologia Evolutiva, mas não no sentido de solapar a teoria; são debates no interior da comunidade científica que acrescentam elementos que corroboram a teoria. A Evo-devo ou Biologia Evolutiva do Desenvolvimento estuda como um óvulo fecundado se transforma em um organismo complexo. A Evo-Devo faz

comparações dos mecanismos e sequências do desenvolvimento embrionário de diferentes seres vivos, para compreender como os genes poderiam gerar novas estruturas, funções e comportamentos durante a evolução.

Segundo Stephen Jay Gould o princípio de agência é um dos princípios centrais do darwinismo. Ele tenta mostrar em qual nível (ou níveis) do mundo biológico opera o processo de seleção natural. Darwin defendia que a seleção natural atuava sobre os organismos individuais. Para os biólogos atuais, a seleção natural ocorre em vários níveis, podendo agir sobre genes, organismos, grupos, populações, e talvez até mesmo em espécies.

Para Darwin a seleção natural era capaz de explicar como pequenas mudanças são acumuladas dentro de um “tipo básico”, ele admitia que os processos microevolutivos ao longo da imensidão do tempo geológico poderiam explicar todo o espetáculo da história da vida. Outros evolucionistas, diferentemente de Darwin, admitem processos de macroevolução, como é o caso do Stephen Jay Gould e do Niles Eldredge que estruturaram a *Teoria do Equilíbrio Pontuado*, propondo a existência de períodos de pouca mudança ou equilíbrio, que seriam interrompidos ou pontuados por fases de diversificação. Essa visão do processo evolutivo admite processos de mudanças evolutivas em grandes escalas. Em relação ao princípio de eficácia, Gould explica o que a seleção natural é capaz de realizar no processo evolutivo.

O princípio de alcance diz a respeito às escalas de fenômenos evolutivos que podem ser explicados pela seleção natural. Nesse sentido, a seleção natural tem papel central nas mudanças evolutivas numa escala populacional, mas outros processos evolutivos são invocados para explicar a evolução que origina diferenças numa escala maior.

Após a discussão sobre o capítulo 4, fizemos um pequeno intervalo e demos continuidade à aula com uma atividade em grupo com parte do assunto apresentado no capítulo 5. O capítulo tem por título “Pensar biologicamente é pensar evolutivamente”. Os autores afirmam que a Biologia faz perguntas sobre os mais variados aspectos do mundo que nos cerca. Dessa forma, os autores apresentam uma lista com algumas perguntas que exemplificam como é grande

o leque de questões abordadas por essa ciência. As perguntas que abordamos com os alunos foram as seguintes:

- A. De onde veio o vírus da AIDS? Como ele consegue resistir ao sistema imune?
- B. Por que cada vez mais pessoas morrem de infecções hospitalares?
- C. Por que mulheres sentem enjoos durante a gravidez?
- D. Quantos genes existem no genoma humano? Esse número é grande ou pequeno?

Vale ressaltar que, por mais diversas que essas questões possam parecer, cada uma delas depende do pensamento evolutivo para ser respondida de modo satisfatório. Desse modo, dividimos a turma em quatro grupos para discutir essas questões com auxílio do texto. Cada grupo ficou responsável por ler pequenos trechos apresentados pelo livro para tentar responder as indagações propostas.

Sendo assim, o primeiro grupo ficou com o texto “A evolução e a origem do HIV” para responder a questão **A**. Os alunos afirmaram que, segundo o texto, a teoria mais aceita em relação à origem do HIV é que ele tenha entrado nas populações humanas quando esses foram infectados em contatos com pelo menos duas espécies diferentes de primatas da África Central. Nesses primatas, foram encontrados vírus aparentados do HIV, os vírus da imunodeficiência de símios (SIV, *Simian Immunodeficiency Virus*). Uma das explicações para a transmissão de SIVs de primatas para humanos está na exposição ao sangue desses animais durante a caça. Em relação à resistência do vírus, vimos que ela está relacionada a sua rápida velocidade de mutação, resultando na alta frequência com que o material genético desse vírus sofre alterações no processo de replicação. A exposição do vírus a remédios antivirais seleciona as variantes de HIV resistentes ao tratamento.

O segundo grupo ficou com o texto “A resistência bacteriana a antibióticos” para responder a questão **B**. Os alunos viram que o uso de antibióticos pelas pessoas, de modo desnecessário, permitiu que bactérias resistentes persistissem nas populações bacterianas, substituindo as menos resistentes. Assim, com o passar do tempo, populações bacterianas inteiras se tornaram resistentes, resultando em ameaças graves à saúde pública, gerando até

uma crise econômica. O surgimento de populações de bactérias resistentes a antibióticos é, pois, um processo movido pela seleção natural, no qual os agentes seletivos são os antibióticos, que quando são utilizados sem o devido cuidado trazem grandes prejuízos para a saúde.

O terceiro grupo fez a leitura do texto “O raciocínio evolutivo também permite compreender comportamento” para responder a questão C. Os licenciandos assinalaram, com ajuda do texto, que o mal-estar que as mulheres sentem nos três primeiros meses de gravidez cumpriria uma função importante de proteger o embrião, ao fazer com que as mulheres grávidas expelissem e, posteriormente, evitassem alimentos que contêm substâncias que poderiam provocar abortos ou causar malformações no bebê. Os sintomas são sentidos de modo mais forte pelas grávidas exatamente quando ocorre a formação dos órgãos do embrião. Mulheres que sofrem mal-estar no primeiro trimestre de gravidez apresentam menor probabilidade de perder a criança do que mulheres que não sofrem e as que também chegam a vomitar perdem seus bebês com menor frequência do que aquelas que experimentam somente náuseas. Entre as bebidas e os alimentos aos quais muitas grávidas têm aversão, encontram-se frequentemente bebidas alcoólicas e vegetais de gosto acentuado. Eis um exemplo de explicação evolutiva que tem relação direta com aspectos de nosso dia-a-dia.

O quarto grupo ficou com o texto “Estudos genômicos” para responder a questão D. Os alunos afirmaram, também com ajuda do texto, que um dos principais objetivos da Biologia é compreender, em detalhes, a informação genética. Uma abordagem comum é procurar trechos do genoma que tenham características semelhantes a genes que já são conhecidos e o estudo do funcionamento dos genes se apoia no raciocínio evolutivo: muitas vezes é possível inferir a função de um gene em humanos com base em resultados obtidos de experimentos com genes semelhantes em outros organismos, como os camundongos. Isso pode ser feito porque um gene presente em humanos pode partilhar um ancestral comum com um gene presente no camundongo e, em muitos casos, o parentesco entre genes também se espelha numa semelhança de funções.

Após essa atividade em grupo, estabelecemos orientações para os seminários que aconteceriam no próximo encontro, e encerramos a aula. Estiveram presentes 16 alunos.

13º ENCONTRO (02/04/2016):

Este foi o último encontro da disciplina. Nele demos continuidade ao conteúdo do capítulo 5 do livro “Evolução: o sentido da biologia”. Em seguida, os alunos apresentaram os seminários, com os seguintes temas: Saúde Humana e Medicina; Agricultura e Recursos Naturais; Descoberta de Produtos Naturais Úteis; Meio Ambiente e Conservação; Aplicações Fora da Biologia e Compreensão da Humanidade. O objetivo dos seminários era potencializar de forma interdisciplinar as discussões em torno das temáticas propostas, incentivando um maior envolvimento dos alunos com os conteúdos trabalhados durante a disciplina com seus aspectos tecnológicos e sociais. Notamos que as apresentações aconteceram de maneira satisfatória; cinco grupos utilizaram slides em PowerPoint para realizar a apresentação, apenas um grupo não utilizou esse recurso. De modo geral, todos os grupos cumpriram com a atividade proposta.

Em seguida, fizemos uma avaliação da disciplina e foi entregue um roteiro de entrevista para que os alunos respondessem e enviassem por e-mail já respondido para os professores/pesquisadores. Estavam presentes 19 alunos.

Findada a apresentação dos acontecimentos mais importantes que cercaram a realização da disciplina, na sequência, apresentamos alguns detalhes que utilizaremos para a análise dos dados.

2.6 - Categorias para análise dos resultados

Lembramos que, durante a pesquisa, utilizamos para a construção dos dados os seguintes instrumentos e estratégias: i) observação participante, no qual consideramos o conteúdo das observações registradas no memorial descritivo; ii) material produzido pelos licenciandos (resenhas, comentários críticos, atividades em grupo, etc.); iii) questionários, com questões semi-estruturadas, aplicado

junto aos alunos participantes da pesquisa; e, iv) dados obtidos por meio do controle da frequência dos estudantes.

Como dissemos anteriormente, analisamos os dados produzidos na pesquisa com base em três categorias previamente estabelecidas, e que são utilizadas pelo *Grupo de Pesquisa Educação Científica e Movimento CTS* (GP- CTS). No entanto, no momento de análise dos dados emergiu uma nova categoria, totalizando quatro categorias, sendo elas: (i) articulação da tríade CTS; (ii) estratégias e recursos didáticos; (iii) percepções dos participantes da pesquisa; e (iv) a interdisciplinaridade nas aulas da disciplina "*Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores*".

Nos tópicos a seguir, buscamos explicitar elementos básicos que justificam a escolha de cada uma das referidas categorias.

i) Articulação da tríade CTS

Essa categoria tem relação com as etapas de planejamento e desenvolvimento da proposta, na qual pretendemos analisar a articulação da tríade CTS durante o desenvolvimento da disciplina, verificando se a proposta de intervenção atendeu aos princípios do Enfoque CTS.

Pretendemos analisar a viabilidade de articulação entre o conteúdo científico relacionado à teoria evolutiva, com aspectos tecnológicos e o impacto disso na sociedade. O conteúdo relacionado à Teoria da Evolução parece, em primeiro momento, sem relação com o cotidiano das pessoas, assim se torna muito difícil a aprendizagem desse conteúdo. Desse modo, com os exemplos trabalhados nas aulas, pretendemos analisar se a articulação da tríade CTS permitiu uma maior compreensão desse conteúdo com a criação de ligações dos aportes da Teoria da Evolução com questões de interesse social, tecnológico, econômico, político, etc. Para isso, levaremos em consideração os conteúdos científicos abordados, as questões relacionadas à tecnologia e os temas sociais trabalhados durante as aulas.

ii) **Estratégias e recursos didáticos**

Trabalhos com ênfase CTS têm como um dos objetivos formar cidadãos em ciência e tecnologia, o que não é alcançado pelo ensino convencional de ciências (SANTOS, 1999; TEIXEIRA, 2003; SANTOS; MORTIMER, 2002). Desse modo, os recursos didático-pedagógicos se configuram como ferramentas importantíssimas para construção dos conhecimentos dos alunos.

Desta forma, procuramos desenvolver nas aulas uma dinâmica metodológica, com diferentes recursos e estratégias didáticas, para que as aulas pudessem se caracterizar como interativas e dialógicas. Nesta categoria, pretendemos avaliar os limites e possibilidades envolvidos na metodologia de ensino utilizada, não só em consideração aos elementos da tríade CTS, mas também em relação aos limites e possibilidades quanto à dialogicidade, interatividade entre professor-aluno e aluno-aluno, participação e envolvimento da turma.

iii) **Percepções dos participantes da pesquisa**

Nesta categoria e analisamos as percepções dos estudantes a respeito das atividades realizadas ao longo das aulas. Para isso, utilizaremos as observações realizadas em todo processo pela professora/pesquisadora, as atividades realizadas pelos licenciandos durante as aulas, os questionários aplicados a todos os estudantes, o depoimento de alguns alunos, coletados durante a avaliação final da disciplina e as gravações em áudio de algumas discussões realizadas em aula.

Também são discutidas no contexto desta categoria, as percepções da professora/pesquisadora, em relação ao desenvolvimento da disciplina, e sobre a experiência de aplicação do *Enfoque CTS* em uma disciplina inédita no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

iv) **A interdisciplinaridade nas aulas da disciplina “*Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores*”**

Em relação à interdisciplinaridade, consideramos um ponto interessante no contexto da disciplina. Com isso, buscamos nesta categoria, analisar as percepções dos licenciandos em relação à interdisciplinaridade durante as aulas.

De acordo com Porto (2014) o *Enfoque CTS* é caracterizado como um campo de trabalho interdisciplinar. Desse modo, é necessário trabalhar os conteúdos científicos de forma contextualizada, pois essa é uma das características do ensino, quando esse é baseado nos referenciais ligados ao *Enfoque CTS*. Com isso, buscamos compor as aulas da disciplina de maneira que o conteúdo científico relacionado à Biologia Evolutiva fosse discutido juntamente com aspectos sociais, tecnológicos, éticos, econômicos, ambientais, entre outros. Desse modo, consideramos interessante analisar o aspecto interdisciplinar da disciplina.

3 - ANÁLISE DOS DADOS

3.1 - Articulação da tríade CTS

Nesta categoria analisamos a articulação da tríade CTS durante o desenvolvimento de toda a disciplina, verificando se a proposta de intervenção atendeu aos princípios do *Enfoque CTS*, uma vez que uma das características do ensino pautado pelo *Enfoque CTS* deve ser a articulação das três dimensões da tríade, na qual os conteúdos científicos são estudados juntamente com aspectos tecnológicos e sociais, propiciando condições para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão dos alunos, tendo como principal objetivo a formação para a cidadania (TEIXEIRA, 2003; SANTOS, 2005; STRIDER, 2008; SANTOS; MORTIMER, 2009). Desse modo, analisamos a viabilidade de articulação entre o conteúdo científico relacionado à teoria evolutiva com aspectos tecnológicos e o impacto disso na sociedade.

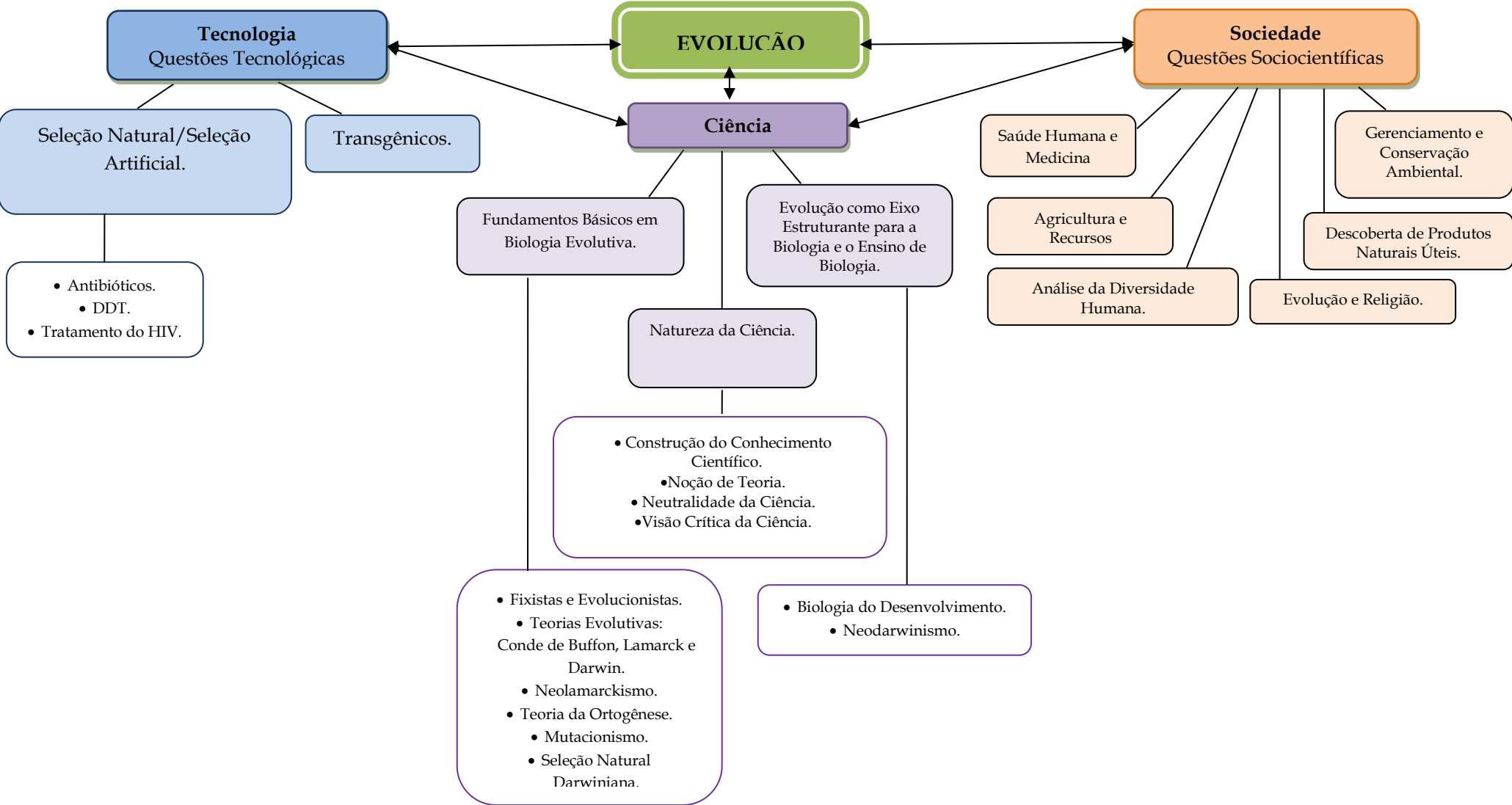
De acordo com Bogdan e Biklen (2010), ressaltamos que a tarefa de interpretar e tornar inteligíveis os materiais recolhidos é extremamente importante quando alguém se envolve em um projeto de pesquisa. Desse modo, segundo os referidos autores, é necessário fazer uso de alguns artefatos e procedimentos, como por exemplo, o uso de auxiliares visuais como diagramas, matrizes, tabelas, gráficos, entre outros. Esses instrumentos auxiliam a melhor visualização de aspectos que são difíceis de ser alcançados por meio de palavras (BOGDAN; BIKLEN, 2010).

Com isso, elaboramos um esquema ilustrativo (Figura 5) que evidencia as inter-relações CTS contempladas durante a realização da disciplina. O esquema foi construído com a intenção de apresentarmos, de maneira objetiva e de fácil entendimento, os aspectos trabalhados conforme as três dimensões CTS e a forma como articulamos essa tríade durante o desenvolvimento da disciplina.

Para isso, abordamos o conteúdo científico referente à Evolução interligado com discussões de temáticas sociais (saúde humana e medicina, agricultura e recursos renováveis, descoberta de produtos naturais úteis, gerenciamento e conservação ambiental, análise da diversidade humana, etc.), e aspectos e questões tecnológicas envolvidos na construção e aplicação dos conhecimentos evolutivos. Durante as discussões em aula, também refletimos

sobre questões relacionadas à Natureza da Ciência, como, a desmistificação da visão positivista da Ciência, a neutralidade da Ciência, a visão crítica da Ciência, e os problemas que a própria Teoria da Evolução enfrentou em relação a determinados conceitos (seleção natural, adaptação, ancestralidade), as teorias rivais, o período de eclipse do Darwinismo, e os avanços na área, mostrando que a Teoria da Evolução é uma teoria viva, em construção, sujeita a críticas e aprimoramento, como pode ser observado no esquema ilustrativo (Figura 5).

Figura 5: Ilustração das inter-relações CTS estudadas durante a disciplina.



Construímos essa ilustração (Figura 5) com a intenção de apresentarmos, de maneira sintetizada e de fácil entendimento, os aspectos trabalhados nas três dimensões CTS e a forma como articulamos essa tríade durante o desenvolvimento da disciplina.

Com a ajuda da figura 5, observamos que ao implementarmos a disciplina, procuramos articular as três instâncias características do ensino CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade). Nesse sentido, trabalhamos com os estudantes os aspectos tecnológicos tomando por base o conceito de seleção natural/seleção artificial. Os exemplos discutidos, neste caso, foram o tratamento do HIV, o uso indiscriminado de antibióticos e o uso do DDT. Também discutimos, em alguns momentos das aulas, sobre os organismos transgênicos, no qual a Engenharia Genética tem desenvolvido algumas variedades de plantas geneticamente resistentes a certos insetos. Nesse sentido, constatamos que os estudos evolutivos tem ajudado os pesquisadores a identificar os genes presentes nas plantas e que apresentam resistência a certos insetos, e o desenvolvimento de plantas resistentes a certas pragas que vem tornando as plantações economicamente mais lucrativas.

Em relação aos aspectos científicos, ou seja, que dizem respeito à dimensão “Ciência”, e de conhecimento científico, trabalhamos com os conteúdos relacionados aos Fundamentos Básicos em Biologia Evolutiva, Evolução e Natureza da Ciência e, a Evolução como Eixo Estruturante para a Biologia e o Ensino de Biologia. Nesse sentido, foram empregadas aulas expositivas dialogadas, nas quais ministramos o conteúdo relacionado à Biologia Evolutiva a fim de não empobrecermos o tratamento dado ao conteúdo científico. Com isso, embasamos nossas aulas em leituras mais aprofundadas da literatura referente à Biologia Evolutiva e para a realização de discussões em aula, utilizamos dois livros como base, sendo eles: “*Evolução: o sentido da biologia*” e “*Evolução, Ciência e Sociedade*”.

Os temas ligados a dimensão Sociedade foram discutidos com base nos seguintes assuntos: Saúde Humana e Medicina; Agricultura e Recursos Naturais; Descoberta de Produtos Naturais Úteis; Meio Ambiente e Conservação;

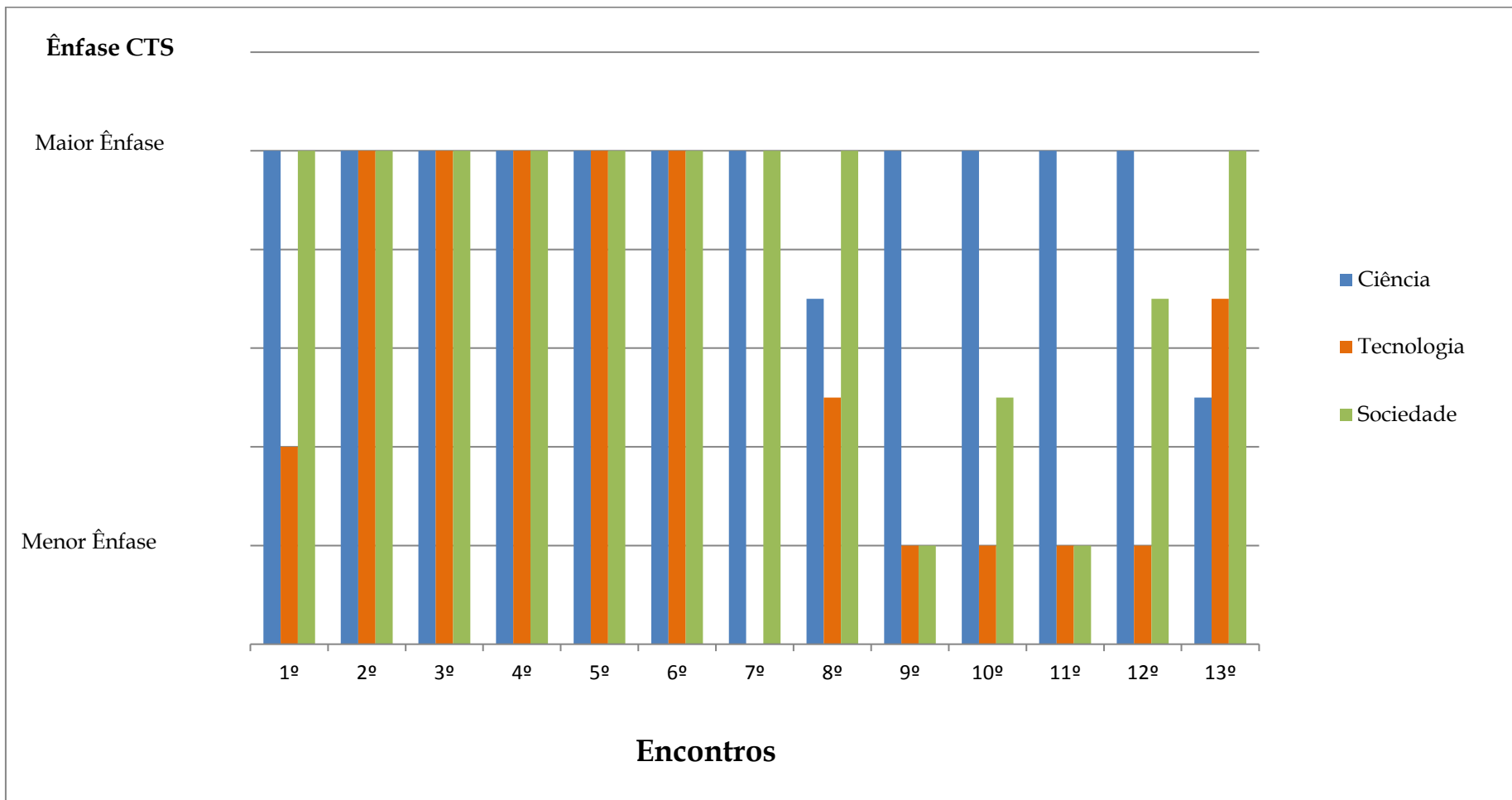
Aplicações da Biologia Evolutiva fora da Biologia; e Compreensão da Humanidade.

Durante a realização de toda a disciplina, trabalhando com exemplos retirados desses assuntos que estão descritos no livro “Evolução, Ciência e Sociedade”, também propomos esses temas como assuntos para os seminários.

Trabalhar com esses conteúdos durante as aulas nos possibilitou articular a tríade CTS e colaborar para a construção de conhecimentos mais ampliados referentes à Teoria da Evolução, possibilitando uma melhor compreensão, por parte dos alunos, em torno dos conteúdos estudados e ampliando a visão dos mesmos sobre o espaço da Biologia Evolutiva na atualidade.

Ainda com o intuito de facilitar ao leitor a compreensão dos dados e das atividades executadas ao longo do trabalho, tivemos a preocupação em fazer uso de diversos recursos visuais. Desse modo, o Gráfico 1 apresenta a prevalência das dimensões CTS a cada encontro realizado durante a disciplina.

Gráfico 1: Demonstração da prevalência das instancias CTS nos encontros realizados durante a disciplina.



O gráfico foi construído para avaliarmos como as três dimensões da tríade CTS foram trabalhadas de maneira diferenciada no que diz respeito à ênfase dada para cada dimensão nos diferentes momentos de desenvolvimento da disciplina. Ao analisarmos o gráfico podemos observar que nos 13 encontros realizados existem variações na ênfase dada a cada dimensão da tríade CTS.

Para facilitar a análise é necessário que o gráfico seja interpretado na seguinte perspectiva: quando as colunas que representam cada dimensão alcançam o limite superior (maior ênfase) significa que, naquele determinado momento, muita ênfase foi atribuída àquela determinada dimensão. É o caso das dimensões Ciência (colunas em azul) e Sociedade (colunas em verde) no primeiro encontro. Como propusemos no primeiro momento apresentar aos alunos pequenos textos (ANEXO B, C, D) que são encontrados no livro *“Evolução, Ciência e Sociedade”* as discussões se concentraram em aspectos científicos e sociais através da Biologia Evolutiva. Em relação às questões tecnológicas, ou seja, dimensão da Tecnologia (colunas em laranja), também apareceu no primeiro encontro, mas com menor ênfase, uma vez que essa dimensão foi citada apenas como exemplo em alguns momentos da aula.

Ao examinarmos o gráfico notamos que na maior parte das aulas conseguimos criar momentos de discussão inter-relacionando os aspectos científicos, tecnológicos e sociais. Entretanto, em alguns momentos, houve a prevalência de determinadas instâncias e/ou a falta de discussão sobre algumas delas.

Desse modo, observamos que durante quatro encontros (9º, 10º, 11º, 12º) houve prevalência de estudos voltados para conteúdos científicos; em dois deles ocorreram discussões com maior ênfase nos aspectos sociais (8º e 13º); os aspectos tecnológicos sempre foram discutidos por meio dos conteúdos científicos, sendo assim não houve prevalência única dessa dimensão em nenhum dos momentos ao longo do curso.

Ademais, no 1º e no 7º encontros discutimos com igual ênfase os aspectos científicos e sociais. Ressaltamos que no 2º, 3º, 4º, 5º e 6º encontros consideramos que as discussões contemplaram as três dimensões da tríade CTS, pelo fato de termos realizado as discussões com base na literatura CTS. No 5º encontro

convidamos a pesquisadora Maria de Lourdes para apresentar os resultados da sua dissertação de mestrado e apresentamos os resultados da dissertação de mestrado da pesquisadora Roseline Strieder, as duas pesquisas foram realizadas tendo por base os referencias do *Movimento CTS*.

Ao analisarmos os depoimentos dos alunos ao propormos o questionamento: “*Trabalhar os conteúdos evolutivos utilizando o Enfoque CTS permitiu uma melhor compreensão dos conteúdos em Biologia Evolutiva?*”, as falas dos licenciandos evidenciam que a articulação da tríade CTS permitiu maior compreensão sobre a Teoria da Evolução. Os depoimentos abaixo são exemplos que confirmam nossa hipótese:

Sim, acredito que a maneira como foi lecionada a disciplina junto com o Enfoque CTS, nos possibilitou ver a Evolução no nosso dia-a-dia, na Ciência como todo, e em situações práticas e palpáveis que nos permitiu compreender a Evolução e todos os conceitos atrelados a ela (A01).

Com certeza, associar os conteúdos de biologia evolutiva aos acontecimentos sociais, às ciências da natureza e tecnológica, é uma metodologia muito eficiente para a compreensão destes conteúdos (A08).

Foi bem mais fácil entender biologia evolutiva utilizando os enfoques CTS, porque desta forma, aproximou mais a nossa realidade, tornando mais fácil uma visualização de cada conteúdo. Poucas pessoas entendem essa ligação de CTS com evolução e os demais temas, porque não basta passarmos os conteúdos programáticos aos alunos e não sabermos fazê-los relacioná-los as questões vivenciadas por nós seres humanos, em nosso dia-a-dia (A12).

As falas acima evidenciam que a articulação dos conteúdos relacionados à Biologia Evolutiva discutidos, por meio de questões sociais e tecnológicas, possibilitou para alguns estudantes uma maior compreensão do conteúdo, sobretudo no sentido de aproximar os conteúdos estudados de aspectos relacionados ao seu contexto de vida e interesse. Por exemplo, em sua resposta o aluno A21 citou que a escolha de trabalhar com o livro “*Evolução, Ciência e Sociedade*” de Douglas Futuyma, trouxe algumas conexões da evolução com aspectos sociais e tecnológicos. Segue abaixo a afirmação do estudante:

Posso afirmar que os trabalhos executados em sala, a discussão dos textos e as dinâmicas no qual participei contribuíram para uma melhor compreensão dos conteúdos de Biologia Evolutiva. A ideia de trabalhar com Futuyma tornou as aulas esclarecedoras e de fácil entendimento, no qual foi possível fazer uma correlação dos assuntos estudados (A21).

Outra afirmação que chamou nossa atenção está relacionada com a Formação de Professores. De acordo com a literatura, são evidentes as dificuldades e inseguranças dos professores em trabalhar com os conteúdos evolutivos em sala de aula (GOEDERT, 2004; GOEDERT; LEYSER; DELIZOICOV, 2006; SILVA, 2011). Na fala de uma estudante, ela explicita sua preocupação em trabalhar com os conteúdos evolutivos, a licencianda fez a seguinte afirmação quando questionada se trabalhar os conteúdos evolutivos utilizando o *Enfoque CTS* permitiu uma melhor compreensão desses conteúdos:

Com certeza, a forma como o conteúdo foi ministrado trazendo para o nosso dia-a-dia. Tinha em mente antes uma grande dificuldade em ensinar os conteúdos evolutivos, após a disciplina pude ter um olhar diferente (A04).

Desenvolver as aulas da disciplina utilizando o *Enfoque CTS* proporcionou aos alunos entender que os conteúdos científicos da Biologia Evolutiva estão relacionados a outros conteúdos que podem ou não pertencer às áreas específicas das Ciências Biológicas, como podemos verificar nos depoimentos abaixo:

“Sim, pois permitiu fazer um link dessa ciência com as dimensões abordadas na tríade CTS permitindo uma melhor compreensão do conteúdo, não dependendo apenas da Biologia Evolutiva” (A07).

“Essa ideia proposta do ensino CTS é uma integração entre a educação científica, tecnológica e social, em que conteúdos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (A16)”.

A contextualização dos conteúdos científicos que a tríade CTS proporciona é considerada algo muito importante (SANTOS, 2007). Nesse sentido, procuramos desenvolver as aulas de maneira a contextualizar os conteúdos, não no sentido de apenas fazer uma ligação artificial entre conhecimento científico e cotidiano, mas de modo a proporcionar uma reflexão crítica sobre as diferentes temáticas abordadas. Algumas falas dos licenciandos confirmam nossa afirmação:

“Quando conseguimos contextualizar o conteúdo, o ensino e a compreensão do conteúdo torna-se mais fácil tanto para o docente quanto para o discente, pois assim permite a aplicação dos conteúdos em várias áreas do conhecimento” (A13).

“o Movimento CTS, faz uma abordagem diferenciada dos conteúdos, tira aquele caráter tradicional, pragmático, memorístico, que temos em algumas disciplinas, além de conseguir de forma mais clara abordar conceitos de Biologia Evolutiva que são de difícil compreensão” (A05).

“Os aspectos evolutivos, quando trabalhados dentro de diferentes áreas, e utilizando como problemática acontecimentos sociais e científicos que estão mais próximos a nossa realidade, permite uma melhor compreensão desses conteúdos” (A06).

(trechos de depoimentos extraídos do segundo questionário, Apêndice F).

Assim, ao analisarmos a disciplina, de um modo geral, em relação à articulação da tríade CTS, notamos que foi possível articular os diferentes elementos da tríade com os conteúdos relacionados à Biologia Evolutiva. Ressaltamos que em um primeiro momento, as questões tecnológicas geraram dificuldades para serem articuladas aos aspectos científicos e sociais, mas com a utilização dos livros *“Evolução, Ciência e Sociedade”*¹³ e *“Evolução: o sentido da biologia”*¹⁴ essas articulações acabaram também sendo construídas, através da utilização dos exemplos e estudos apresentados nos referidos livros. Outro ponto é que o trabalho com a tríade CTS ampliou o escopo do estudo da Biologia Evolutiva para além da parte estritamente conceitual, contribuindo para a construção de uma visão mais ampliada dos potenciais de teoria evolutiva e suas conexões com outros diversos campos de estudo e atividades.

3.2 – Estratégias e recursos didáticos

Os estudos baseados na literatura CTS têm como objetivo formar os cidadãos em ciência e tecnologia, o que não vem sendo alcançado pelo ensino convencional de Ciências (SANTOS, 1999; SANTOS; MORTIMER, 2002; TEIXEIRA, 2003). Segundo Acevedo Díaz et al. (2003) uma educação CTS pretende despertar nos alunos o interesse pela ciência e pela tecnologia, mas é necessário contextualizar socialmente o estudo da ciência por meio de relações entre ciência, a tecnologia e a sociedade, fornecendo com isso aos estudantes meios para melhorar o pensamento, a resolução criativa de problemas e a tomada de decisões. Para Martins e Paixão (2011) é evidente que o ensino CTS abandona os modelos tradicionais de ensino, sobretudo aqueles baseados na transmissão de conhecimentos. Com a adoção de uma orientação CTS, o professor opta por

¹³ FUTUYMA, D. J. *Evolução, Ciência e Sociedade*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

¹⁴ MEYER, D.; EL-HANI, C. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

uma decisão consciente de preparar os alunos para assumirem um papel mais dinâmico e ativo na sociedade.

Nesse sentido, os recursos e estratégias didáticas utilizadas nas aulas são de extrema importância para a construção de conhecimentos por parte dos alunos. O modo como o conhecimento é trabalhado influencia diretamente na maneira como esse será assimilado pelos alunos. Diante de uma proposta diferenciada de ensino, as estratégias e recursos didáticos não podem ser os mesmos. Desse modo, desenvolvemos uma dinâmica metodológica durante as aulas, com diversos recursos e estratégias didáticas utilizadas, para que as aulas pudessem ser interativas e dialógicas. O objetivo desta categoria de análise é avaliar os limites e as possibilidades envolvidas na metodologia de ensino empregada, não só em consideração aos elementos da tríade CTS, mas também em relação aos limites e possibilidades quanto à geração de processos de dialogicidade, interatividade entre professor-aluno e aluno-aluno, participação e envolvimento da turma.

Entendemos que para acontecer uma real mudança no ensino, que de fato se afaste do modelo tradicional, faz-se necessário uma renovação educativa tanto em conteúdos curriculares como em metodologias e técnicas didáticas para que estas possibilitem abordagens interdisciplinares e interativas. Com a intenção de alcançarmos esse objetivo, utilizamos durante as aulas da disciplina diferentes estratégias e recursos didáticos, sendo eles: aulas expositivas dialogadas; apresentações de pesquisas; tempestade de ideias; exibição de vídeos; atividades em grupos; leitura e discussão de textos; produção de resenhas e comentários críticos; e apresentação de seminários.

Ressaltamos que todas as aulas da disciplina foram realizadas no Laboratório de Ensino de Biologia (LEBIO) da UESB, local em que tínhamos disponibilidade de recursos para execução do projeto. Os materiais utilizados foram oferecidos pela própria Universidade e a maioria dos artigos utilizados para discussões durante as aulas foram disponibilizados para os estudantes através de e-mail, xerox e um grupo fechado que criamos em uma rede social.

Com o intuito de demonstrarmos com maior clareza aos leitores tudo que foi feito durante as aulas da disciplina, construímos o Quadro 5, com as

estratégias e recursos didáticos utilizados, os objetivos pretendidos na utilização de cada uma das estratégias, e os encontros em que foram realizadas.

Quadro 5: Estratégias e recursos didáticos utilizados durante a intervenção (Quadro produzido com base em nosso Memorial Descritivo).

Estratégias	Documentos / Recursos didáticos	Encontros	Objetivos
Aplicação de questionário junto aos licenciandos.	- Questionário - 1 (APÊNDICE).	1º	- Conhecer os conhecimentos prévios dos licenciandos que cursaram a disciplina. - Identificar se houve mudanças na concepção sobre as dificuldades inerentes ao Ensino de Evolução.
	- Questionário - 2 (APÊNDICE).	13º	
Atividade em grupo.	- Pequenos textos: presentes no livro “Evolução, Ciência e Sociedade” de D. Futuyma.	1º	- Estimular nos alunos a capacidade de organização e argumentação crítica, por meio de discussão e reflexão de temas CTS - Evolução.
	- Trechos do cap. 5 do livro “Evolução: o sentido da biologia”.	12º	
Aulas expositivas e dialogadas com uso de slides.	- Assunto: Origens do <i>Movimento CTS</i> , Tradições e conexão com a Educação em Ciências.	2º	- Trabalhar com os conteúdos científicos estimulando a participação dos alunos, promovendo a argumentação crítica sobre os respectivos assuntos.
	- Assunto: “Relevância da biologia Evolutiva para o programa Nacional de Pesquisa” de Douglas Futuyma.	8º	
	- Capítulo 2 do livro “Evolução: o sentido da biologia”.	10º	
	- Capítulo 3 do livro “Evolução: o sentido da biologia”.	11º; 12º	
Exibição de vídeos.	- Palestra com o pesquisador Wildson Santos para o Simpósio CTS - Ciclo II: CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) e a produção de conhecimento na universidade, evento realizado na Universidade de Brasília (projetada em vídeo).	2º	- Promover discussões e reflexões relacionadas aos conteúdos trabalhados nas aulas.
	- Filme “Contestando Darwin”.	7º	
	- Documentário: “Charles Darwin: a voz da evolução”.	9º	
	- Seleção natural: a estabilizadora; a direcional e a disruptiva.	10º	
	- Trecho do documentário “Gênios da Ciência - Darwin” que retrata exemplos de seleção natural no cotidiano.	11º	

Estratégias	Documentos / Recursos didáticos	Encontros	Objetivos
Comunicação oral.	- Apresentação de dissertações (Exposições Oraís).	5º	- Apresentar aos licenciandos, trabalhos que foram realizados segundo os pressupostos defendidos pelo o <i>Enfoque CTS</i> .
Discussão coletiva de textos.	- Texto: Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de Ciências de Maria Eduarda Vaz Moniz.	3º	- Incentivar a leitura da bibliografia utilizada na disciplina, bem como possibilitar aos licenciandos expor as suas ideias, com a intenção de provocar discussões enriquecedoras para o estudo aprofundado do assunto.
	- Texto: Contextualização no Ensino de Ciências por meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica - Wildson Luiz Pereira dos Santos.	4º	
	- Capítulo 4 do livro “Evolução: o sentido da biologia” de Diogo Meyer e Charbel Niño El-Hani.	12º	
Leitura e discussão coletiva de textos.	- Texto “ <i>Movimento CTS</i> e suas proposições para o ensino de ciências” de Paulo Marcelo Marini Teixeira.	6º	- Estimular a leitura da bibliografia utilizada. Obs.: Nesses dois encontros os alunos não realizaram a leitura prévia dos textos, por isso realizamos a leitura em aula.
	- Introdução e o capítulo 1 do livro “Evolução: o sentido da biologia” de Diogo Meyer e Charbel Niño El-Hani.	9º	
Tempestade de ideias.	- Seção de questionamentos sobre Evolução.	7º	- Identificar conhecimentos prévios dos licenciandos sobre questões relacionadas a conteúdos específicos da Biologia Evolutiva.
Apresentação de seminários.	- Seminários realizados pelos alunos com os seguintes temas: (A) Saúde Humana e Medicina; (B) Agricultura e Recursos Naturais; (C) Descoberta de Produtos Naturais Úteis; (D) Meio Ambiente e Conservação; (E) Aplicações Fora da Biologia; (F) Compreensão da Humanidade.	13º	- Potencializar de forma interdisciplinar as discussões em torno das temáticas propostas, incentivando o envolvimento dos alunos com os conteúdos trabalhados durante a disciplina com seus aspectos tecnológicos e sociais.

Podemos observar pelo quadro 5, que mais de uma estratégia de ensino foi adotada durante cada encontro. Esse fato pode ser justificado devido ao tempo de duração de cada aula, que girou em torno de 4 horas a cada encontro. Utilizamos uma diversidade de estratégias e recursos para tornar as aulas mais interativas e dialógicas e, com isso também evitamos o desgaste dos alunos e dos professores/pesquisadores.

Utilizamos também essa diversidade metodológica com o intuito de manter os alunos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que, em função da greve, as aulas não ocorreram com a regularidade desejada, o que acabou não permitindo que a disciplina fosse realizada em datas regulares. A seguir discutiremos sobre cada estratégia utilizada de maneira individual.

Aplicação de questionário junto aos licenciandos: com essa estratégia, procuramos identificar, em um primeiro momento, os conhecimentos prévios dos licenciandos em relação à teoria da evolução e sobre o *Movimento CTS*. Dessa forma, aplicamos junto aos licenciandos, dois questionários com questões semi-estruturadas, a serem respondidos por escrito. No 1º encontro, aplicamos um protocolo com questões iniciais (APÊNDICE E), no qual fizemos questionamentos que nos permitissem identificar esses conhecimentos. Em um segundo momento, mais precisamente no 13º encontro, foi aplicado um segundo protocolo, com questões finais (APÊNDICE F), no qual questionamos os alunos sobre diferentes aspectos referentes à disciplina, bem como se houve ou não mudanças nas concepções sobre as dificuldades inerentes ao Ensino de Evolução ao longo do transcurso dessa disciplina.

Atividades em grupo: em relação a essa estratégia, consideramos como algo positivo, uma vez que conseguimos a participação da maioria dos alunos. Essa estratégia foi utilizada em dois encontros, no 1º e no 12º. No 1º encontro, dividimos a turma em três grupos, cada qual ficando responsável por fazer a leitura e discussão de um pequeno texto retirado do livro “Evolução, Ciência e Sociedade”, sendo eles: *As origens do homem moderno* (ANEXO C), *Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV)* (ANEXO B) e *Pragas de Insetos: Resistência e Controle* (ANEXO D). Os alunos tiveram aproximadamente 20 minutos para fazer a leitura e discussão do texto em grupo e logo após fizemos a discussão de cada

texto com toda a turma, sendo que os grupos que iniciaram as discussões dos textos, proporcionando maior envolvimento dos alunos nas discussões. Entretanto, notamos também que parte dos alunos não conseguiram participar das discussões se mantendo calados durante toda a atividade.

Aulas expositivas e dialogadas com uso de slides em PowerPoint: ao utilizarmos essa estratégia entendemos que aulas expositivas quando realizadas possibilitando um diálogo entre professor e alunos se configuram como uma interessante ferramenta de ensino que não pode ser deixada de lado. Como mencionamos anteriormente, durante as discussões, alguns alunos permaneceram calados, o que não foi diferente durante as aulas expositivas, mesmo com abertura ao diálogo proposto pelos professores. De maneira geral, notamos que as discussões sempre eram realizadas pelos alunos que demonstram maior desenvoltura e confiança para participar. Ainda que esse tipo de estratégia se mostre limitada para a interação entre aluno-professor e aluno-aluno, foi necessário o uso dessa estratégia para abordar alguns conteúdos científicos relacionados à Biologia Evolutiva.

Segundo Krasilchik (2004), a aula expositiva é uma das estratégias de ensino mais empregada pelos professores. De acordo com autora, a aula expositiva se configura como um processo econômico, pois permite a um só professor atender a um grande número de alunos. A autora ressalta que planejar as aulas e definir os objetivos que se deseja alcançar é imprescindível para o bom andamento de uma aula expositiva. É necessário introduzir adequadamente o assunto a ser trabalhado, de forma a captar a atenção dos alunos, fazendo uso de exemplificações e analogias sem excessos e que estejam de acordo com o conteúdo para tornar essa modalidade de aula mais atraente (KRASILCHIK, 2004).

Exibição de vídeos: a exibição de vídeos se mostrou como uma interessante estratégia para a promoção de discussões e reflexões sobre o assunto estudado. Durante a intervenção foram exibidos cinco vídeos de diferentes gêneros. O primeiro vídeo foi uma palestra do pesquisador Wildson Santos para o Simpósio CTS - Ciclo II: CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) e a produção de conhecimento na universidade, evento realizado na

Universidade de Brasília. O pesquisador discorreu sobre Educação Científica sob Abordagem CTS – Ciência, Tecnologia, Sociedade: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisa. A exibição desse vídeo possibilitou uma interessante discussão sobre interdisciplinaridade que deve acontecer nas aulas de Ciências para que o conteúdo seja mais bem compreendido pelos estudantes. Ressaltamos que a discussão sobre interdisciplinaridade foi iniciada pelos alunos no momento em que a discussão foi aberta.

Um segundo vídeo apresentado aos alunos foi o documentário “Contestando Darwin” que explorou o que está por trás da teoria criacionista na atualidade, mostrando depoimentos de pessoas que rejeitam a teoria evolutiva. O filme também apresenta as preocupações de Charles Darwin enquanto lidava com as conclusões de sua teoria. A exibição desse vídeo proporcionou discussões interessantes sobre ciência e religião e nos permitiu observar que esse tipo de recurso promove a participação dos alunos nas discussões, até mesmo entre aqueles alunos que se mantiveram calados durante outras discussões. Apesar de alguns alunos considerarem o vídeo um tanto quanto sensacionalista, observamos que ele promoveu interessantes discussões, sobretudo mostrando o impacto da Teoria da Evolução no campo social.

O terceiro vídeo apresentado foi o documentário “Charles Darwin: a voz da evolução” que mostrou toda a trajetória de vida de Darwin desde sua juventude, sua viagem a bordo do Beagle, até a chegada às Ilhas Galápagos. O vídeo também focaliza como Darwin escreveu sua teoria. Percebemos que esse tipo de vídeo possui uma linguagem acessível, permitindo aos alunos conhecerem a biografia de Charles Darwin e verem a Ciência como atividade coletiva.

O quarto vídeo apresentado versava sobre os três tipos de seleção natural, sendo elas: a estabilizadora; a direcional e a disruptiva. Com esse vídeo pudemos mostrar aos alunos que a seleção natural se expressa na vida das pessoas. Para a seleção natural estabilizadora foi utilizado o exemplo da interação gênica entre a anemia falciforme em regiões endêmicas de malária. Na seleção natural direcional, o exemplo do uso indiscriminado de antibióticos. No caso da seleção

natural disruptiva, utilizamos o exemplo de plantas que são adaptadas a solos contaminados por metais pesados e plantas que são adaptadas a solos não contaminados.

O quinto vídeo exibido foi um trecho do documentário “Gênios da Ciência – Darwin” retratando a seleção natural no cotidiano. O vídeo completo possui 1h 54min e 10s, mas foi exibido a partir dos 41min e 40s. Esse trecho do documentário mostra a rotina de tratamento de pessoas que possuem o vírus HIV e a maneira como o vírus interage com as drogas. Esse vídeo serviu para mostrar como o princípio da seleção natural é utilizado nesse tipo de tratamento e as tecnologias associadas ao tratamento. A exibição desse trecho do vídeo não gerou discussão, ficando limitada apenas no nível informativo.

Comunicação oral: chamamos de comunicação oral, duas apresentações de dissertações realizadas durante o 5º encontro. Com essas apresentações tínhamos como objetivo apresentar aos licenciandos, trabalhos que foram realizados seguindo os pressupostos defendidos pelo o *Enfoque CTS*. Com isso, convidamos a pesquisadora Maria de Lourdes Oliveira Porto para apresentar a sua dissertação que tem como título: “O Ensino de Biologia na Educação de Jovens e Adultos (EJA) por meio do Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): Análise de uma Proposta Desenvolvida”. A segunda dissertação apresentada foi escrita por Roseline Beatriz Strieder, que tem como título: “Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de Articulação”. A apresentação foi realizada pelos professores/pesquisadores da disciplina. Ressaltamos que não houve participação dos alunos durante as apresentações sendo aberto momento para questionamentos no término das apresentações. Esse tipo de estratégia foi de grande valia, pois nos possibilitou que o grupo entrasse em contato com trabalhos realizados a partir dos pressupostos e referenciais do *Enfoque CTS*.

Discussão coletiva de textos: com o uso dessa estratégia pretendíamos incentivar a leitura da bibliografia utilizada na disciplina, bem como possibilitar aos licenciandos expor as suas ideias, com a intenção de provocar discussões enriquecedoras para o entendimento dos assuntos estudados. Todos os textos que foram utilizados durante a disciplina foram disponibilizados por diversos meios como: cópias impressas, correio eletrônico e facebook. De certo modo, essa

estratégia se mostrou eficaz visto que, na maioria das aulas, a maior parte dos alunos realizou as leituras, assim conseguimos realizar as discussões com a ajuda e fundamentação dos referidos textos.

Gostaríamos de ressaltar que todos os textos trabalhados nas aulas, foram disponibilizados aos alunos com bastante antecedência em relação às datas dos encontros. Com isso esperávamos que todos os alunos fizessem a leitura prévia do texto para discussão, mas, isso não aconteceu. No 2º encontro, não foi possível fazer a discussão de um texto por falta de leitura por parte dos alunos, de tal sorte que essa discussão teve que ser adiada para o próximo encontro.

Leitura e discussão coletiva de textos: em um primeiro momento essa estratégia não foi pensada para fazer parte da intervenção, uma vez que a ideia seria propor aos alunos que fizessem a leitura prévia dos textos. Nas aulas realizaríamos apenas as discussões. Mas, no 6º e no 9º encontros, a maioria dos alunos não havia realizado a leitura prévia do material. Desse modo, realizamos a leitura e a discussão concomitantemente. Apesar de não planejada, essa estratégia promoveu uma discussão com os licenciandos que puderam se expressar durante a leitura/discussão, até mesmo expondo experiências vivenciadas por eles e que tinham relação com o assunto abordado no texto. Daí a importância de sempre refletirmos sobre nossas ações em sala de aula e conservar uma postura de manter ajustes no planejamento das aulas.

Apresentação de seminários: com o uso dessa estratégia pretendíamos promover de forma interdisciplinar as discussões em torno das temáticas propostas, incentivando o envolvimento mais intenso dos alunos com os conteúdos trabalhados durante a disciplina, incluindo seus aspectos tecnológicos e sociais.

Observamos que essa estratégia proporcionou interação entre aluno-aluno, uma vez que os seminários foram realizados em grupos, sendo assim, os licenciandos tiveram que se organizar para a apresentação. Notamos que as apresentações aconteceram de maneira satisfatória; todos os grupos fizeram as apresentações, mas percebemos que alguns alunos, dentro de um mesmo grupo, estavam mais confiantes do que outros durante a apresentação e na explicação do conteúdo.

No geral, os grupos conseguiram realizar a atividade solicitada e essa estratégia se configurou como uma importante ferramenta para o processo de ensino-aprendizagem.

Figura 6: Apresentação de seminários realizados pelos licenciandos.



Tempestade de ideias: essa estratégia possibilitou a identificação dos conhecimentos prévios dos licenciandos. No 7º encontro, após trabalharmos com textos mais relacionados ao *Movimento CTS*, decidimos fazer uma tempestade de ideias com os licenciandos a fim de verificar o entendimento que eles apresentavam em relação a aspectos relacionados à Biologia Evolutiva e de questões relacionadas à Natureza da Ciência. Desse modo, elaboramos as seguintes perguntas:

1ª questão: Como você define evolução?

2ª questão: Em sua opinião, quais são os processos que geram evolução?

3ª questão: Se alguém lhe perguntar se o homem veio do macaco qual seria sua resposta?

4ª questão: Em sua opinião a seleção natural resulta em organismos “perfeitos” ou “ótimos”?

5ª questão: O que você entende por teoria?

Ao questionarmos os alunos sobre como eles definiriam evolução, tivemos respostas como as abaixo listadas; que foram gravadas em áudio no momento da discussão.

Mudanças consecutivas ao longo do tempo, mas não significa que as mudanças vão ser benéficas ou maléficas (A16).

Mudanças graduais ao longo de períodos de tempo, que não leva a efeitos benéficos ou maléficos. A evolução não é direcionada, ela é aleatória, simplesmente acontece (A05).

A evolução é a teoria que explica como originou as espécies ao longo de períodos, milhares de anos, através de mutações, a seleção natural o isolamento, tudo isso propicia para que aconteça a evolução, quer dizer modificação, quer dizer uma espécie que sofre pequenas mutações vai se modificando até o ponto que já não é mais aquela espécie, então isso que é evolução (A20).

Segundo Futuyma (2002, p. 9) “a evolução biológica consiste na mudança das características hereditárias de grupos de organismos ao longo das gerações”. Ao analisarmos as respostas dos licenciandos observamos que eles compreendem o conceito de evolução como mudança, o que é algo positivo, mas é preciso ter cuidado ao definir evolução, pois ela consiste numa palavra polissêmica e, por isso, causa confusões, sendo necessário distinguir o conceito de evolução no âmbito acadêmico daquele utilizado pelo senso comum, no qual a palavra evolução é vista como sinônimo de progresso.

Pro exemplo, na fala do aluno A05 notamos afirmações interessantes em relação ao conceito de evolução: i) vê evolução como mudança gradual, ii) reconhece a aleatoriedade no processo evolutivo. Portanto, o aluno entende o conceito se aproximando daquele apresentado por Darwin. Segundo Meyer e El-Hani (2005), para Darwin, as grandes mudanças evolutivas ocorreram por meio de uma sucessão de mudanças menores que se acumulariam, ou seja, Darwin acreditava que o processo evolutivo acontecia de modo gradual, já que para ele a natureza não dá saltos.

Outro ponto que consideramos interessante é o fato dos alunos compreenderem que as mudanças que ocorrem por conta do processo evolutivo, necessariamente não serão benéficas ou maléficas, as mudanças simplesmente acontecem sem orientação pela necessidade.

Para a 2ª questão (*Em sua opinião, quais são os processos que geram evolução?*), obtivemos as seguintes respostas entre os alunos participantes:

Mutação (A01).

Fluxo gênico, efeito gargalo, especiação (A06).

Seleção natural, isolamento (A20).

Ao analisarmos as respostas para essa pergunta, notamos que o conhecimento dos licenciandos se apresentou bastante fragmentado em relação aos processos que geram a evolução, pois foi necessário fazermos várias reformulações na maneira de perguntar para que os estudantes conseguissem entender que a seleção natural por si só não gera a mudança. É necessário que exista variabilidade genética na população para que a seleção natural atue, uma vez que “a seleção natural resulta das diferenças nas taxas de sobrevivência e reprodução entre indivíduos de uma população” (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 68).

Notamos também que os alunos estavam confundindo os processos que geram evolução com o processo de especiação. Sendo assim, reformulamos a pergunta nos referindo as respostas obtidas na primeira questão, na qual o conceito de evolução foi definido como mudança, e fizemos o seguinte questionamento: “O que gera mudança?” e obtivemos as seguintes respostas:

Mutação (A06).

Necessidade (A11).

Fatores climáticos, limitação biológica, em algum momento que não deu para seguir em frente, evoluiu (A16).

Deriva continental (A05).

Observamos que uma aluna (A11) apresentou em sua resposta, uma afirmação do tipo lamarckista, ao dizer que as mudanças ocorrem no processo evolutivo devido a algum tipo de necessidade. Essa má compreensão dos processos que geram evolução, apresentada pelos estudantes, está relacionada com o pensamento teleológico, que segundo Mayr (2005), é uma ideologia das que mais influenciou a Biologia, ligada a uma visão finalista, em que tudo acontece ou deveria acontecer em função de uma finalidade.

Para a 3ª questão (Se alguém lhe perguntar “O homem veio do macaco?” Qual seria sua resposta?), obtivemos as seguintes respostas:

Entre o macaco e o homem tem um ancestral em comum entre eles [...] (A11).

Vai entrar justamente na questão da religião. Muitas vezes, para a religião na bíblia, é inadmissível que se compare que o homem tem algum parentesco com outro animal; que o homem é a imagem e semelhança de Deus, o homem não se entende como animal. Então é inadmissível se ver tendo qualquer parentesco evolutivo com as outras espécies (A20).

Ao propormos esse questionamento, esperávamos que os estudantes argumentassem que os chimpanzés e humanos são resultados de transformações evolutivas, visto que eles partilham ancestral comum, que existiu há um tempo, e sofreram mudanças desde que essa espécie ancestral se ramificou pela primeira vez, ou seja, humanos e macacos são parentes próximos na natureza e o ancestral que deu origem a ambos era um animal semelhante aos macacos que conhecemos hoje (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 25-26).

No entanto, a aluna A20 fez alusão à bíblia, pois a ideia de que o homem possui um ancestral comum com o macaco é algo inaceitável para os religiosos. Sendo assim, quando o processo evolutivo é discutido tendo como exemplo a espécie humana isso causa grandes controvérsias em relação à religião.

Algo que consideramos positivo nessa discussão é que um dos alunos mencionou o entendimento em relação ao tempo geológico como algo imprescindível para a compreensão dos conteúdos evolutivos. Para muitas pessoas falta a noção do tempo; há má compreensão do que significam 3,5 bilhões de anos de vida na Terra. Esse é um fator problemático que também notamos entre os alunos. Também já apontado em outras pesquisas (CARNEIRO; TOLEDO; ALMEIDA, 2004; OLIVEIRA; BIZZO; PELLEGRINI, 2016). O aluno A05 fez a seguinte afirmação:

Eu acho importante entender evolução, entender também o período de tempo da Terra, porque muitas vezes as pessoas entendem que o período de tempo nosso, é o tempo que toda Terra foi criada; então eles não entendem que há uma evolução, eles acreditam numa transformação, tinha um macaco que se transformou num humano, um ancestral que de repente se transformou num humano; eles não entendem que essas mudanças foram de tempos em tempos, milhões e milhões de anos, foram mudando pequenas características, mudaram um pouco do fenótipo, teve algum tipo de adaptação e gerou milhões de milhões de anos para chegar na espécie humana. Eu acho que eles entendem logo que tinha um macaco, que do nada, virou um homem, eu acho que eles não entendem a questão do tempo (A05).

Concordamos com o licenciando, que a compreensão do tempo geológico é algo fundamental para o entendimento dos conteúdos relacionados à Biologia Evolutiva. Por esse motivo, realizamos uma dinâmica sobre o tempo geológico durante as aulas; o uso dessa dinâmica se configurou com uma estratégia eficaz para a explicação deste assunto.

Na 4ª questão (*Em sua opinião, a seleção natural resulta em organismos perfeitos ou “ótimos”?*) tivemos as seguintes respostas entre os alunos:

A seleção eu acho que ela permite os indivíduos adaptados aquela situação, aquele ambiente que ele está vivendo, mas pode ser que não é perfeito (A14).

Pode ser ótimo em uma situação, mas não em outra (A18).

Os dinossauros foram uma espécie dominante numa certa época na Terra, e houve essa mudança os dinossauros foram extintos e hoje temos os mamíferos e não se sabe até quando os mamíferos vão permanecer, pode ser que surja outro grupo daqui a milhões de anos. Então, não forma indivíduos perfeitos (A05).

As respostas dos alunos, neste caso, parecem se aproximar dos conhecimentos científicos, ao demonstrarem em suas afirmativas que a seleção natural não resulta em organismos ótimos ou perfeitos. Segundo a literatura, a seleção natural resulta das diferenças nas taxas de sobrevivência e reprodução entre indivíduos de uma população. Isso não significa que a seleção natural resultará em organismos que apresentem características ótimas, já que uma determinada característica pode apresentar uma vantagem em determinada situação, mas pode ser desvantajosa em outra (MEYER; EL-HANI, 2005).

Segundo Meyer e El-Hani (2005) “as características selecionadas são sempre as mais favoráveis dentro de um espectro de variações disponíveis numa população, e não características que se mostram perfeitas diante de desafios que o ambiente apresenta para os organismos” (p. 69).

A 5ª e última questão (*O que você entende por teoria?*) estava mais relacionada à natureza da ciência. Para essa questão obtivemos as seguintes respostas:

Fatos que com base na história vai se criar uma teoria para entender alguma situação, alguma coisa que surgiu ao longo do tempo. É uma história que pode ser modificada para explicar alguma coisa (A16).

Eu acho que esse termo teoria é assim quando as pessoas falam teoria, quando a gente diz a Teoria da Evolução, fica parecendo que a Teoria Evolutiva foi criada daquela forma para responder uma pergunta ou um questionamento, tipo, para suprir aquele questionamento, tipo, ela não foi baseada em dados de pesquisas, em hipóteses, que passou por experimentos para chegar àquela conclusão, fica parecendo que ela já foi criada daquela forma para responder aquela determinada pergunta (A06).

O estudante A06 demonstra compreender que teoria não é sinônimo de hipótese, o aluno afirma que uma teoria é “baseada em dados de pesquisas, em

hipóteses, [e] que passou por experimentos". Segundo Meyer e El-Hani (2005) o conhecimento científico é conjectural, ou seja, não pode e nem deve ser concebido como uma verdade absoluta. Segundo os autores, o que muitas vezes chamamos de "fatos" são também teorias ou hipóteses em que temos imensa confiança, devido ao acúmulo de observações a seu favor e à sua coerência com outras ideias que constituem o conhecimento científico. A Teoria Evolutiva, por exemplo, reúne grande volume de informações, provenientes de todas as áreas da Biologia, que a endossam. Por isso temos uma teoria altamente convincente (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 119-120).

...

Voltando a discutir de forma mais geral a diversidade metodológica empregada na disciplina, de acordo com a literatura CTS, era esperado que as diversas estratégias e recursos didáticos utilizados durante a intervenção fossem apontados como aspectos positivos pelos participantes da disciplina. Os depoimentos dos alunos demonstram que eles reconheceram a diversidade metodológica adotada durante as aulas, para que acontecesse maior envolvimento e participação. A seguir, apresentamos alguns depoimentos dos alunos que demonstram suas opiniões quando questionados sobre a dinâmica metodológica adotada nas aulas:

Muito boa, bem diversificada, onde proporcionou leituras interessantes que acarretaram em boas discussões. A imparcialidade e diálogo dos professores foram bons, já que este tema muita das vezes é polêmico. Os vídeos apesar de um apresentar um tom de sensacionalismo, em geral foram bons. As atividades avaliativas diferenciadas proporcionaram também um melhor entendimento dos assuntos (A05).

A dinâmica das aulas foi boa, pois possibilitou um melhor entendimento dos conhecimentos evolutivos por meio das discussões em sala, a leitura dos textos facilitou também o aprendizado e o seminário ampliou mais ainda os conhecimentos. (A07).

Eu gostei bastante da dinâmica das aulas, não era cansativa, permitiam a todos momentos de se expressarem e tirarem dúvidas, apesar da diferentes metodologias, com filmes, leituras, resenhas, percebi que a parte mais interessante era o momento de diálogo após as leituras (A20).

(trechos de depoimentos extraídos do segundo questionário, Apêndice F).

As falas dos alunos corroboram com a literatura CTS, no que diz respeito à metodologia utilizada durante a disciplina, pois o ensino pautado no *Enfoque CTS* deve ser realizado utilizando uma diversidade de métodos, estratégias e

recursos didáticos para facilitar a aprendizagem dos alunos e sua interação durante as atividades propostas, criando um ambiente de ensino-aprendizagem mais dialógico (SANTOS; SCHNETZLER, 2014; TEIXEIRA, 2003).

Desse modo, procuramos fornecer aos alunos informações atualizadas sobre questões de Ciência e Tecnologia, com o desenvolvimento de atividades em que os alunos puderam discutir diferentes pontos de vista sobre problemas reais. Com essas discussões, a ideia era superar o ensino canônico, livresco, arcaico, conteudista que se restringe à transmissão de informações desprovidas de significado e fora do contexto social dos estudantes (SANTOS; MORTIMER, 2002; TEIXEIRA, 2003).

3.3 - Percepções dos participantes da pesquisa

Como dissemos anteriormente, apresentamos, nessa categoria, a análise das percepções dos estudantes a respeito da programação e das atividades realizadas ao longo das aulas. Desse modo, utilizamos o registro das observações realizadas em todo processo, as atividades realizadas pelos estudantes e os questionários aplicados junto a eles.

Também serão discutidas as percepções da professora/pesquisadora sobre a aplicação da abordagem CTS no ensino de Evolução e sobre a utilização dessa abordagem em sala de aula.

Compreender o ponto de vista dos participantes da pesquisa é de extrema importância, com a obtenção dos dados que devemos levar em consideração para aprofundarmos a compreensão do processo didático desenvolvido. Como assinalam Bogdan e Biklen (2010) a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos, coletados no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatizando mais o processo do que o produto e se preocupando em retratar a perspectiva dos participantes, ou seja, é interesse do pesquisador, compreender a perspectiva de diferentes pessoas sobre a situação investigada. Para isso, utilizamos duas subcategorias:

- ✓ Perspectivas dos alunos envolvidos na intervenção sobre o processo desenvolvido.
- ✓ Perspectivas da professora/pesquisadora sobre o processo desenvolvido.

3.3.1 - Perspectivas dos alunos envolvidos na intervenção sobre o processo desenvolvido.

Para compreendermos as percepções dos licenciandos referentes às atividades realizadas ao longo das aulas, utilizamos as observações sistemáticas realizadas durante toda a intervenção pela professora/pesquisadora, os questionários aplicados junto aos estudantes, e alguns depoimentos obtidos durante a avaliação final da disciplina, no qual os alunos puderam expressar suas opiniões em relação às aulas realizadas.

Durante o primeiro encontro de nossa intervenção, aplicamos um questionário (Apêndice E) junto aos licenciandos, a fim de conhecermos as concepções que eles possuíam em relação à Teoria da Evolução e o *Movimento CTS*. O questionário foi respondido por 15 licenciandos, mas apresentaremos apenas as respostas de 14 deles, pelo fato de um dos alunos ter desistido da disciplina. Ademais, seis alunos que continuaram a cursar a disciplina não estavam presentes nessa primeira aula.

Desse modo, fizemos o seguinte questionamento no primeiro item do questionário (Apêndice E): *Em sua opinião, qual o papel da evolução na formação dos biólogos e dos professores de Biologia?*

Ao observarmos as respostas dos licenciandos, verificamos que todos eles consideraram que a Evolução possui papel importante na formação dos biólogos e professores de Biologia. Segundo parte dos licenciandos, a Evolução é importante, pois fornece a compreensão necessária sobre a origem da vida, sobre os mecanismos e processos evolutivos que ocorreram até os dias atuais, tendo como objetivo explicar e nos nortear sobre todos os assuntos ligados à Biologia. Como pode ser observado na fala de dois licenciandos:

“A compreensão da evolução é a base para o entendimento de todos os mecanismos, desenvolvimento, comportamento e diversidade dentro da Biologia” (A06).

“É essencial na formação do Biólogo ter um grande conhecimento e aceitação sobre a teoria da Evolução, pois praticamente todos conteúdos da Biologia segue à Luz da Evolução” (A20).

De fato, a Teoria da Evolução é a base para a compreensão de toda diversidade, sendo fundamental na formação dos biólogos e professores de Biologia. Ressaltamos que a Teoria da Evolução ao postular que todos os seres

vivos são relacionados entre si e possui um ancestral comum, fez com que áreas que antes eram consideradas independentes passassem a integrar a Biologia como forma de explicar e compreender a diversidade de espécies e as relações de parentesco entre elas. Portanto, a Teoria da Evolução também foi fundamental para a consolidação da própria Biologia enquanto Ciência, funcionando como eixo articulador das subáreas que compõem a ciência de referência, como Zoologia, Citologia e Botânica, contribuindo para a compreensão de diversas disciplinas biológicas, como a Biologia Molecular, Fisiologia e Ecologia (SELLES; FERREIRA, 2005; RIDLEY, 2006; FUTUYMA, 2009).

No segundo item do questionário fizemos o seguinte questionamento: *Você já lecionou conteúdos evolutivos? Se sim, conte um pouco sobre como foi essa experiência.* Dos 14 alunos que responderam o questionário, dez afirmaram que ainda não ministraram conteúdos relacionados à Biologia Evolutiva.

Dentre os licenciandos que afirmaram já ter ministrado conteúdos relacionados à Biologia Evolutiva, o licenciando A06 fez a seguinte afirmação: *“Sim, o conteúdo foi ministrado em uma escola estadual do município de Jequié através do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência). Os objetivos da sequência não foram alcançados por resistência religiosa por parte de alguns alunos”.* Em sua fala o aluno evidencia uma situação que é temida pelos professores ao lidar com os conteúdos evolutivos. As implicações de natureza religiosa nas aulas de evolução é algo muito comum no Brasil, de acordo com Oliveira, Bizzo e Pellegrini (2016) *“as aulas de ciências não estão isentas das implicações sociais e culturais e que as crenças dos jovens não podem ser simplesmente ignoradas”.*

Outro problema mencionado pelos licenciandos se refere às dificuldades para compreensão da ideia de tempo geológico, principalmente para os alunos do Ensino Fundamental (1^a ao 9^o ano) como afirmou o aluno A21: *“[...] A evolução no ensino fundamental é complicado de trabalhar, pois abordar as eras geológicas e como os acontecimentos favoreceram a chegada de organismos complexos até os dias atuais não é fácil com pouco tempo e recurso”* (A21). De acordo com Oliveira, Bizzo e Pellegrini (2016) a ideia de tempo geológico, geralmente é negligenciada no ensino básico brasileiro, o que poderia contribuir para a construção conceitual mais ampla sobre o meio ambiente e suas dimensões de espaço e tempo.

Um outro aspecto que também chamou nossa atenção é que o licenciando A07 fez a seguinte afirmação: *“Conteúdos evolutivos abordei de forma superficial recentemente no estágio ao fazer o estudo dos grupos de plantas”*. Aqui podemos observar que o aluno reproduz o modo como muitos professores ministram os conteúdos evolutivos, de maneira superficial, sem aprofundamento, algo que é muito criticado, mas que continua sendo reproduzido pelos licenciandos.

O terceiro item do questionário trazia a seguinte indagação: *Como você se sente (sentiria) ao ensinar evolução? Você tem (teria) alguma dificuldade em fazê-lo?* Ao verificarmos as repostas dos licenciandos, observamos que quatro deles afirmaram que teriam dificuldades em ministrar os conteúdos relacionados à Biologia Evolutiva, seja em função das dificuldades inerentes ao ensino do conteúdo evolutivo, seja devido às implicações de natureza religiosa na sala de aula. Como podemos observar nas respostas apresentadas a seguir:

“Acredito que a maior dificuldade é lidar com a questão religiosa muito arraigada dos alunos. Me sentiria tranquila, em relação as minhas crenças e conhecimentos, mas receosa de não me fazer compreender pelos alunos” (A01).

“Me sentiria com grande dificuldade, pois os alunos antes mesmo de conhecer o que diz e como acontece a Evolução, já vem com grandes barreiras, principalmente religiosas e insiste no debate, que se eles aceitarem a Teoria da Evolução estaria negando a Bíblia e sua fé cristã, daí que tá a dificuldade de se trabalhar com algo que se cria um embate com a religião” (A20).

Outra dificuldade apresentada pelos licenciandos refere-se ao domínio conceitual da teoria. A maioria dos alunos afirmou que necessitaria de maior domínio conceitual relacionado à Biologia Evolutiva para sentir segurança ao ministrar os conteúdos evolutivos.

“Confortável, mas não possuo uma boa base para mediar o assunto, então teria dificuldade” (A04).

“Analisando meu processo de formação do dia que iniciou ate hoje, eu não me sentiria preparada para ensinar evolução, portanto sentiria muita dificuldade” (A17).

No item seguinte do questionário, fizemos a seguinte pergunta: *Quais aspectos da Teoria da Evolução você gostaria de estudar e que até o momento não foram trabalhados durante o curso de graduação em Biologia?*

Para esse questionamento, surgiu uma variedade de respostas. Entretanto, entre os assuntos que os licenciandos afirmaram que gostariam de estudar, podemos destacar: evolução humana, eugenia, seleção natural e como trabalhar

a Teoria da Evolução em sala de aula, sendo este último item, o mais mencionado pelo conjunto de licenciandos.

Durante as aulas, também nos foi questionado qual a melhor forma de ministrar os conteúdos relacionados à Biologia Evolutiva, mas sabemos que não existe uma “receita pronta e acabada” para ministrar os conteúdos sobre Evolução e sobre nenhum outro conteúdo em Biologia. Entendemos que cabe ao professor possuir domínio sobre o conteúdo e fazer da sala de aula um ambiente em que o conteúdo científico seja trabalhado da melhor forma possível.

No quinto e último item do questionário (Apêndice E), fizemos a seguinte pergunta: *Você já ouviu falar em Movimento CTS? Onde? Quando? O que você sabe sobre isso?* Os 14 licenciandos afirmaram que já tinham ouvido falar sobre o *Movimento CTS*. Entre os locais em que os alunos tomaram contato com ideias do referido *Movimento*, podemos destacar: minicursos, palestras, durante as aulas de algumas disciplinas, grupo de pesquisa, durante a confecção do TCC, pela orientação de alguns professores e no PIBID. Dois licenciandos afirmaram participar de um grupo de pesquisa relacionado ao *Movimento CTS*.

Em relação às informações dos licenciandos sobre o *Movimento CTS*, tivemos a predominância de respostas afirmando que o Movimento tem como objetivo articular aspectos científicos a tecnológicos e sociais. Como podemos observar na fala dos alunos abaixo apresentadas:

“Conheço muito pouco sobre, fazendo relação apenas com o próprio nome Ciência, Tecnologia e Sociedade” (A13).

“O movimento CTS tem como objetivo aproximar ciência, tecnologia e sociedade da realidade do educando, tentando mostrar o quanto estão presente no dia a dia” (A21).

Os licenciandos que afirmaram também estar escrevendo seu TCC, tendo como base os referenciais ligados ao *Movimento CTS*, foram capazes de formular uma melhor resposta para essa questão. Como podemos observar nos depoimentos abaixo:

“Resumidamente o estudo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) é uma forma de “preparar” o aluno para que ele possa ter uma visão ética sobre aspectos positivos e negativos da ciência e tecnologia para a sociedade. Pelo que eu tenho lido, não se tem encontrado um bom número de professores preparados para aplicar/utilizar CTS em sala de aula” (A12).

“O Movimento CTS surge para tentar suprir as deficiências do ensino tradicional por meio da articulação da tríade Ciência, Tecnologia e Sociedade de modo a formar um aluno ativista, ou

seja, que tenha um aprimoramento do temas que regem a sociedade. Sendo assim tomar decisões de forma coerente" (A06).

Já no final da disciplina, por meio da análise das respostas obtidas através do segundo questionário (Apêndice F), buscamos o entendimento dos licenciandos em relação a alguns aspectos da intervenção, no que diz respeito à contribuição da disciplina desenvolvida para a formação de professores; a avaliação da metodologia utilizada durante as aulas; os pontos positivos e negativos, bem como sugestões para o aprimoramento da disciplina. Por fim, buscamos analisar se houve alterações sobre como os alunos perceberam a Teoria da Evolução e questões relativas à Natureza da Ciência.

Para compreender as percepções dos licenciandos em relação à contribuição da disciplina para a formação de professores, elaboramos o seguinte questionamento: *Em que sentido a disciplina contribuiu para sua formação?*

Com base na análise das respostas dos 21 licenciandos, podemos afirmar que todos eles avaliaram positivamente a disciplina em relação à contribuição para sua formação. Observamos que houve uma variedade de opiniões entre as respostas dos estudantes, nas quais podemos enfatizar: a disciplina contribuiu na aprendizagem, trazendo reflexões sobre a maneira como os futuros professores de Biologia irão abordar esse conteúdo na sala de aula; a importância de ampliar seus estudos em relação à temática "Evolução", para que informações errôneas ou equivocadas não sejam transmitidas durante suas aulas; e a importância em relacionar os conteúdos evolutivos com aspectos que estejam ligados à realidade dos alunos, para que esse conhecimento não seja abordado de maneira tão abstrata, destacando a importância de relacionar os conteúdos referentes à Biologia Evolutiva com aspectos tecnológicos e sociais. Os trechos abaixo selecionados dos depoimentos dos licenciandos, obtidos através do segundo questionário (Apêndice F) demonstram nossas afirmações:

"Contribui no meu aprendizado pessoal e profissional, pois saiu daquele ensino básico e fez uma contextualização entre a ciência, a tecnologia e a sociedade" (A04).

"Contribui para uma melhor formação e uma ampliação dos meus conhecimentos a respeito do tema evolução que vem sendo repassado por muitas vezes de maneira errônea" (A10).

Uma licencianda fez referência à Natureza da Ciência em sua resposta, fazendo a seguinte afirmação: *"Levando em consideração o campo multidisciplinar, a disciplina nos proporcionou perceber que a ciência não é uma atividade neutra, pura e*

aplicada refletindo assim na educação, fazendo que conheçamos novas propostas para um planejamento mais crítico e contextualizado do ensino de ciências e de temas relacionados à ciência e à tecnologia nos diversos níveis de ensino". É interessante a alusão feita pela aluna, pois, de fato, consideramos a compreensão da Natureza da Ciência de extrema importância no contexto do planejamento e desenvolvimento da disciplina sob análise. Algumas pesquisas mostram que os alunos tendem a apresentar uma imagem ingênua e distorcida da Ciência e dos cientistas, evidenciando uma visão essencialmente positiva, na qual a Ciência é vista como neutra, objetiva ou imparcial, e também como algo afastado da realidade dos alunos (SANTOS; MORTIMER, 2002; KOSMINSKY; GIORDAN, 2002; CACHAPUZ, et al., 2005; MORAES; ARAÚJO, 2012). Por isso, entendemos ser necessária a introdução de questões sobre a Natureza da Ciência na Formação de Professores e no ensino de Ciências, para que se problematize essa imagem ingênua que alguns professores possuem e transmitem para seus alunos (CACHAPUZ, et al., 2005).

Observamos também que muitos alunos, participantes da pesquisa, conseguiram compreender durante as discussões realizadas nas aulas que existem outras formas de ministrar conteúdos evolutivos, de maneira a superar a discussão pautada no conflito criacionismo *versus* evolucionismo, como podemos observar na fala do licenciando A01, ao mencionar de que forma a disciplina contribuiu para sua formação: *"De diversas maneiras, a como trabalhar em sala de aula com temáticas relevantes para os alunos, que aproximam o assunto Evolução a realidade deles, desvinculada da discussão apenas de Criacionismo X Evolucionismo"*. Entendemos que o professor precisa deixar claro em suas aulas que existem diferentes formas de compreender o mundo, e que a Ciência é uma delas, sendo este um conhecimento pautado na racionalidade e na elaboração de modelos explicativos sobre os fenômenos naturais (STAUB; STRIEDER; MEGLHIORATTI, 2015).

Desse modo, devemos ressaltar que as aulas de Ciências e de Biologia têm por objetivo compreender como a Ciência explica e representa o mundo. No entanto, isso não significa um desrespeito a outros modos de compreensão do mundo, tais como o filosófico e o religioso (STAUB; STRIEDER; MEGLHIORATTI, 2015).

Outro aspecto que chamou a atenção, diante das discussões realizadas durante as aulas se refere às potenciais mudanças de atitudes e discursos que foram verificadas nos licenciandos, como podemos observar na fala do licenciando A20:

“Acredito que essa disciplina tenha contribuído muito para minha formação. Descobrir em minhas falas, que ainda havia uma maneira equivocada de pensar e de me expressar a respeito da Teoria da Evolução, que esta não é uma teoria simplista; para compreendê-la é [necessário nos] aprofundar em estudos mais específicos e que precisamos ter muito cuidado com nossas falas e adjetivos que usualmente utilizamos quando se trata de evolução, que às vezes não reflete exatamente como compreendemos, mas que são inadequados e acabam refletindo conceitos equivocados” (A20).

Notamos que diante das discussões realizadas em aula, nas quais refletimos sobre o modo sobre como nos referimos à Teoria da Evolução que, alguns licenciandos apresentam concepções errôneas em relação à ideia da teoria. Acreditamos que se esses erros não forem esclarecidos durante a graduação, eles serão repassados pelos futuros professores em suas aulas, pois a maneira como o professor ministra o conteúdo se reflete na forma como os alunos irão compreendê-lo. Nesse sentido, é necessário mudar o discurso ao afirmar que “acreditamos” na Teoria da Evolução. A nosso ver, usar a palavra “acreditar” para se referir a Teoria Evolutiva nos remete ao erro, que pode ser depois repassado para os alunos durante as aulas.

Além do volume de informações e dados que sustentam a teoria fundamentada nas pesquisas das diversas áreas como a Embriologia, Genética, Paleontologia, Antropologia, Física, Química, Biologia, entre outras, é preciso usar a racionalidade científica. Em Ciência se decide por aceitar ou não uma teoria após uma análise racional da força dos argumentos que sustentam essa teoria. Nesse sentido, são os argumentos convincentes que vão fazer com que as pessoas, sejam elas professores ou alunos a aceitar uma teoria ou não, pois será uma aceitação crítica baseada na racionalidade. Desse modo, podemos decidir se somos ou não adeptos a essa teoria, pois só “acreditamos” naquilo que se refere à fé, não sendo este o caso da Teoria da Evolução.

Na fala do licenciando A05, podemos observar que a disciplina despertou no estudante a necessidade de aprofundar seus estudos, até mesmo em conhecimentos que ele já considerava bem esclarecido. O aluno fez a seguinte afirmação: “A minha formação tinha uma lacuna na questão da teoria evolutiva, e de

fato a matéria trouxe algumas curiosidades ou questionamentos, que precisei buscar de fato mais leitura, ela me provocou a ler “A origem das espécies”, por que ela aguçou questionamentos no meu conhecimento que eu achava que já estavam bem esclarecidos. E contribuiu para fortalecer meu entendimento, principalmente, do Neodarwinismo que não tinha ficado bem claro nas disciplinas normais do curso”. Podemos notar que além de aprimorar seus conhecimentos, o aluno também manifesta interesse e curiosidade pela literatura indicada nas aulas.

Para conhecermos as opiniões dos alunos em relação aos aspectos positivos e negativos da disciplina, elaboramos o seguinte questionamento: *Aposte aspectos positivos e negativos da disciplina. Dê sugestões se desejar.*

Analisando as respostas dos licenciandos, observamos que o ponto negativo apontado por todos os 21 alunos foi à questão dos intervalos de tempo entre os encontros. Como mencionamos anteriormente, tivemos alguns problemas burocráticos para inserir a disciplina na estrutura curricular do curso; também tivemos que submeter o projeto de pesquisa ao Comitê de Ética da UESB, pois só podíamos iniciar a disciplina quando todo o processo estivesse resolvido. Outro ponto a destacar foi o atraso do início das aulas em função da deflagração da greve de professores e funcionários, que teve duração de aproximadamente três meses.

Como pontos positivos os alunos destacaram a dinâmica metodológica das aulas, a maneira como o conteúdo foi mediado, a participação dos alunos nas discussões e os textos discutidos. Os excertos abaixo listados mostram depoimentos neste sentido.

“O ponto positivo foi à oportunidade de um aprendizado aprofundado sobre o assunto. E um ponto negativo foi à questão do tempo fragmentado entre uma aula e outra” (A09).

“Como ponto positivo a disciplina foi muito interessante e enriquecedora, pois não era só aula teórica, e sim um momento no qual todos podem discutir refletir e dar sua opinião, foram momentos de diálogos muito produtivos. Como ponto negativo foi o tempo entre uma aula e a seguinte” (A14).

“Aspectos positivos: a dinâmica metodológica, os textos discutidos a dialogicidade e interação entre a turma” (A19).

“Como ponto positivo, é uma disciplina diferenciada, que levava em consideração as discussões e opiniões dos alunos” (A04).

De fato, como salientado pelos alunos, foi intenção nossa no planejamento da disciplina, provocar discussões como forma de aprofundar a compreensão dos

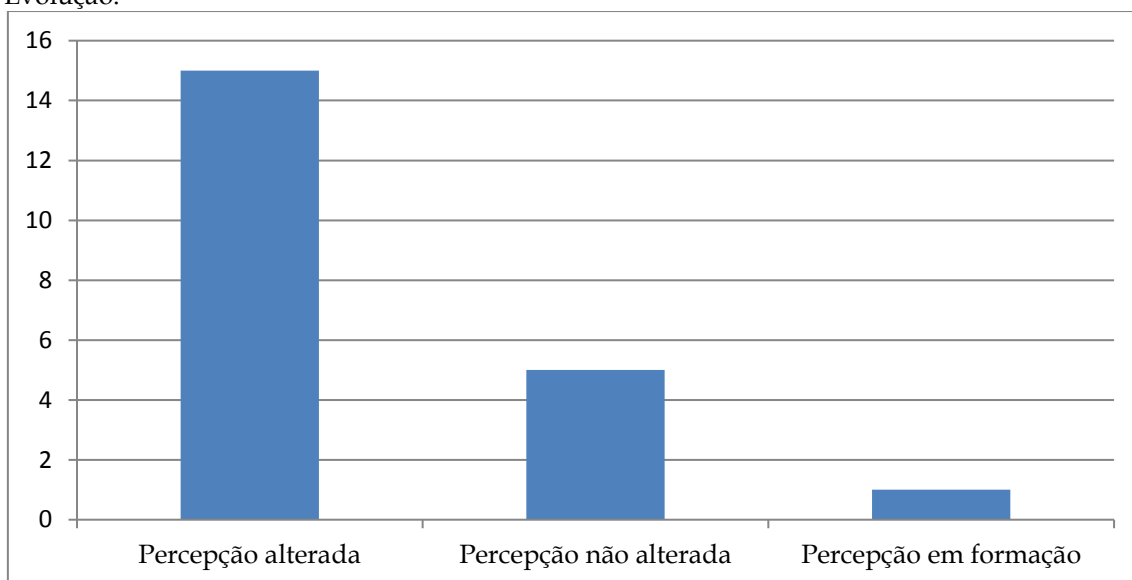
assuntos, fomentando a participação dos alunos como estratégia para que eles se apropriem dos conteúdos discutidos.

Como sugestões os alunos propuseram que, em uma próxima turma, as aulas sejam realizadas com um menor espaço de tempo entre os diversos encontros.

Um dos objetivos principais da nossa pesquisa era analisar as alterações sobre como os alunos perceberam a Teoria da Evolução e questões relativas à Natureza da Ciência após terem cursado a disciplina. Para isso, elaboramos o seguinte questionamento: *Sua concepção sobre as dificuldades inerentes ao Ensino de Evolução na escola básica se alterou ao longo do transcurso dessa disciplina? E sua visão sobre a Teoria da Evolução mudou? Em que sentido?*

Analisando as respostas dos licenciandos, podemos notar uma diversidade de ideias em relação as suas concepções sobre as dificuldades inerentes ao Ensino de Evolução na escola básica e sobre suas visões referentes à Teoria da Evolução. Com isso, a fim de facilitar a análise, construímos o Gráfico 1 que demonstra o percentual das respostas dos licenciandos.

Gráfico 2: Respostas dos licenciandos em relação as suas percepções sobre as dificuldades inerentes ao Ensino de Evolução na escola básica e sobre suas visões referentes à Teoria da Evolução.



Fonte: autoria própria.

Ao analisar as respostas dos licenciandos, notamos que 15 alunos afirmaram que no decorrer da disciplina suas percepções se alteraram em relação as suas visões sobre a Teoria da Evolução e também em relação às dificuldades

inerentes ao Ensino de Evolução. Também observamos que cinco alunos afirmaram que suas concepções não se alteraram, e um aluno afirmou que sua concepção está em formação.

Dois alunos fizeram referência ao criacionismo em suas respostas. Os alunos afirmaram que ao ministrar o conteúdo sobre a Teoria da Evolução o professor não estará desconstruindo o criacionismo; o ensino da teoria não nega a fé. Segundo os licenciandos, a fé é algo que vai além da racionalidade humana, e não precisa ser explicada. Os trechos abaixo demonstram essa afirmação:

“[...] acredito que saber e trabalhar com a Teoria da Evolução não nega a fé que temos em um Deus, já que a fé é algo inerente a racionalidade humana” (A01).

“Ao longo da disciplina, foi possível adquirir não apenas conhecimento, mas também segurança para aplicá-los em sala de aula. Afinal, como já disse anteriormente, biologia evolutiva acaba se tornando temas polêmicos, pois muitos possuem preconceitos, ao pensar que estamos tentando destruir o criacionismo, sendo que na verdade confundem criacionismo com fixismo” (A12).

Concordamos que ao ministrar os conteúdos científicos referentes à Teoria da Evolução o professor não deve discutir apenas aspectos sobre evolucionismo e religião, entendemos que “as aulas de Ciências e Biologia são espaços para explicar o modo como pensa a Ciência e esse aspecto deve ser enfatizado, mas o professor deve respeitar as ideias e crenças apresentadas pelos alunos como modos de compreensão do mundo que se fazem presentes na sociedade” (STAUB; STRIEDER; MEGLHIORATTI, 2015). Como podemos observar na fala do licenciado A18, devido a sua crença religiosa, ele vive um conflito para tentar entender os conteúdos relacionados à Evolução, avaliando que sua visão ainda está em formação, mas também disse que está preocupado em melhorar sua formação dentro da área.

“Sempre soube que trabalhar com Evolução é um tema complicado, pois aborda a concepção individual sobre a Criação. A minha visão sobre a Teoria da Evolução está em formação, pois essa Teoria é algo amplo, para isso tem que haver muito estudo, muitos livros. Posso dizer que é conflitante com a minha cultura, mas que estou procurando a melhor forma de entender melhor os processos da Evolução [...]” (A18).

Dentre os alunos que afirmaram que sua concepção foi alterada durante as aulas, o aluno A08 fez a seguinte afirmação: *“[...] a ideia da evolução em forma de árvore, fortaleceu que as mudanças nas formas de vida foram graduais, lentas, paralelas e não-lineares”*. A visão linear do processo evolutivo é algo que causa compreensão fragmentada por parte dos alunos, por isso é importante que o

professor trabalhe o conteúdo relacionado à Evolução sempre na perspectiva do processo evolutivo como árvore da vida ou árvore filogenética, para que os alunos compreendam que existem várias relações evolutivas entre as diferentes espécies, ressaltando que todos os seres vivos possuem um ancestral comum.

Guimarães (2007) afirma que na Biologia é importante que as relações de parentesco entre as espécies sejam representadas por meio de uma árvore filogenética, pois esse tipo de representação demonstra a origem comum dos seres vivos. Neste sentido, segundo o autor, o uso de cladogramas (árvore evolutiva) seria uma ferramenta importante por recontar a história evolutiva, pois evidencia a complexidade da Biologia. Com o uso dos cladogramas o professor poderia demonstrar a origem da biodiversidade e a história evolutiva dos seres vivos sem instituir relações de superioridade ou inferioridade e muito menos de direção rumo ao progresso. Por isso, os cladogramas “são uma boa representação para a compreensão da evolução dos seres” vivos (GUIMARÃES, 2007, p. 44).

O licenciando A09 fez a seguinte afirmação: [...] *minha visão mudou, pois aprendi que posso abordar esse tema em todos os aspectos e campos de estudo das Ciências de forma atual e contextualizada [...]*. A fala do aluno é interessante pelo fato de corroborar com a literatura, no sentido que no ensino pautado pelo *Enfoque CTS*, o conteúdo deve ser ministrado de maneira contextualizada, não no sentido de fazer menções ao cotidiano durante as aulas, ou como uma ligação artificial entre conhecimento científico e cotidiano, restringindo-se a exemplos apresentados como ilustração ao final de algum conteúdo, mas sim, no sentido de realizar uma reflexão crítica sobre situações reais, buscando o conhecimento necessário para entendê-las, estimulando o desenvolvimento de atitudes e valores que possam se aliar à capacidade de tomada de decisão responsáveis diante de situações reais (SANTOS, 2007).

Notamos nas falas dos licenciandos que a disciplina proporcionou contribuição para sua formação, despertando disposição para continuar seus estudos. Alguns licenciandos afirmaram que a disciplina possibilitou o aprofundamento e compreensão do conteúdo científico relacionado à Teoria da Evolução. Como mencionamos anteriormente, ao desenvolver o plano de curso

da disciplina tivemos a preocupação de não empobrecer o tratamento do conteúdo científico relacionado à Biologia Evolutiva que seria trabalhado em nossas aulas. Com isso, dedicamos um determinado número de aulas para abordar conceitos que são de extrema importância para a compreensão da teoria. Os trechos dos depoimentos listados abaixo demonstram nossa afirmação:

“[...] Em relação à Teoria da Evolução, não mudou nada do que eu já acreditava e sabia sobre ela, me aprofundei mais um pouco e pretendo me aprofundar mais, quis fazer a disciplina para ela me fundamentar enquanto professora e cidadã” (A01).

“[...] A minha visão continua de aceitação, mas agora tenho mais argumentos, pois com a disciplina conseguir ler A origem das Espécies” (A05).

“[...] A minha visão quanto à teoria da evolução consolidou-se ainda mais, a discussão dos diferentes textos e documentários me permitiu maior fundamento para discussão de temas que envolvem os aspectos evolutivos” (A06).

Também notamos nos depoimentos dos licenciandos, a preocupação em relação ao papel do professor, ou seja, o papel que o professor precisa assumir ao trabalhar com os conteúdos evolutivos, tanto em questões relacionadas ao ensino, quanto em saber lidar com as implicações de natureza religiosa. Os licenciandos fizeram as seguintes afirmações:

“Eu havia dito antes que tinha certo receio em trabalhar em sala de aula os conceitos de evolução e após a disciplina pude perceber que isso é possível e sem me posicionar” (A04).

“O embate entre a religião e a ciência sempre vai existir, mas é necessário fazer com que o ensino de evolução seja acrescido nas escolas desde as séries iniciais, adequando os conceitos a serem ensinados a cada série e que todos os assuntos dentro da biologia possam ser trabalhados dentro de uma perspectiva evolucionista, para que o aluno não vá ouvir falar de evolução apenas na última unidade do último ano do ensino médio” (A20).

Os licenciandos demonstram em suas falas, que é necessário mudar a maneira como as discussões relacionadas à Evolução vêm sendo desenvolvidas em nossas escolas. Souza e Dorvillé (2014) enfatizam que apesar da importância da evolução para a Biologia, o ensino dessa temática nas escolas ainda não é satisfatório; é, certamente, um dos temas mais complexos e polêmicos para ser trabalhados. Mas, acreditamos que ministrar os conteúdos científicos tendo como base os referenciais ligados ao *Enfoque CTS*, possa ser uma maneira de despertar nos professores a necessidade de abandonar a postura de transmissores de

conhecimentos, passando a atuar como mediadores e organizadores do processo de ensino-aprendizagem (SANTOS; AULER, 2011; VIEIRA; VIEIRA, 2011; SOUSA, 2013).

Segundo a literatura, as dificuldades em lecionar os conteúdos relacionados à Teoria da Evolução residem em alguns fatores, tais como os níveis de abstração, controvérsias e concepções errôneas de alunos e professores sobre o assunto, bem como, o desconhecimento da natureza da ciência e a influência de ideias religiosas que se contrapõem ao conhecimento científico referente à evolução (SILVA; SILVA; TEIXEIRA, 2011; SOUZA; DORVILLÉ, 2014). Ao analisarmos as falas de alguns licenciandos, verificamos que o esclarecimento de dúvidas relacionadas à Biologia Evolutiva é fundamental para que eles ministrem os conteúdos de forma adequada em sala de aula. Verificamos também, que possuir uma visão mais ampliada da Teoria da Evolução possibilita aos licenciandos a se tornarem professores mais críticos, que refletem sobre a importância de trabalhar os conteúdos evolutivos de maneira clara e contextualizada. Os depoimentos listados abaixo demonstram nossas afirmações:

“Ao longo da disciplina, foi possível adquirir não apenas conhecimento, mas também segurança para aplicá-los em sala de aula” (A12).

“Percebi que é necessário muito estudo e entendimento por parte dos professores, não bastando apenas à utilização dos livros didáticos e sim de outros recursos” (A13).

“A disciplina contribuiu bastante para minha formação até porque abordar esse conteúdo em sala de aula exige uma preparação do professor para as discussões e dúvidas que surjam principalmente relacionadas à religião” (A19).

Diante do que foi discutido, com base na análise das percepções dos estudantes participantes, podemos concluir que a disciplina promoveu interessantes reflexões sobre o Ensino de Evolução, sobre a Natureza da Ciência, sobre o papel do professor, entre outros aspectos, despertando nos licenciandos uma visão mais crítica sobre os processos de ensino-aprendizagem, incentivando-os para a busca de conhecimentos, permitindo maior aprimoramento da formação como biólogos e futuros professores de Biologia.

3.3.2 - Perspectivas da professora-pesquisadora sobre o processo desenvolvido.

Nesta categoria, analisamos as percepções da pesquisadora sobre o processo de aplicação do *Enfoque CTS* no ensino de Evolução e sobre a utilização dessa abordagem em sala de aula. Para isso, retomamos a análise do Memorial Descritivo-Reflexivo, para uma releitura mais aprofundada a fim de conseguirmos evidenciar outros elementos que, sob nossa perspectiva, como pesquisadora, envolveram a intervenção realizada.

Em nossa concepção, esta categoria se configura como uma das mais difíceis de ser analisada, pois precisamos nos distanciar da intervenção realizada, assumindo o papel de analista do projeto desenvolvido. Segundo Sousa (2013), essa escrita pode trazer potencialidades ao trabalho: “se pensarmos na oportunidade de externalizar todo o aprendizado construído, os receios, acertos, erros, as conquistas e desafios vinculados à aplicação da proposta que essa investigação se propõe a analisar (p. 116)”. Neste sentido, de acordo com os referenciais metodológicos de pesquisa utilizados, não desconsideramos o desafio de controlar a nossa subjetividade (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; BOGDAN; BIKLEN, 2010). Entretanto, entendemos que a subjetividade pode influenciar a análise dos dados. Assim, como pesquisadora nos mantivemos atentos durante a intervenção, consciente de nosso papel e das dificuldades inerentes à análise de um projeto em que estivemos diretamente envolvidos.

Nosso primeiro desafio para idealizar o projeto de intervenção, consistiu na consciência de que teríamos que passar por todo o processo de criação da disciplina, ou seja, teríamos pela frente um longo caminho de trâmites burocráticos para a criação e o oferecimento da disciplina para o segundo período letivo de 2015. Nesse mesmo período, demos início ao processo de submissão do projeto de pesquisa ao *Comitê de Ética e Pesquisa* da UESB, o que nos causava grandes preocupações pelo fato desse ser um processo, muitas vezes, demorado e que poderia causar atrasos no cronograma de realização da pesquisa.

Elaborar a ementa e planejar a disciplina se configurou como um desafio para nós, pelo fato de termos que buscar, na literatura, os conteúdos referentes à Biologia Evolutiva que poderiam ser discutidos tanto nas dimensões científica e tecnológica quanto na social. A dimensão tecnológica nos causou preocupações,

pois, em um primeiro momento, víamos essa dimensão afastada dos conteúdos relacionados à Evolução Biológica. Entretanto, com a leitura do livro *“Evolução, Ciência e Sociedade”*¹⁵ as preocupações foram minimizadas, pelo fato das discussões apresentadas no referido livro trazerem vários exemplos nos quais pudemos enxergar a presença da Evolução em contextos diversos, envolvendo tanto aspectos tecnológicos quanto sociais. A leitura do livro *“Evolução: o sentido da biologia”*¹⁶ também foi relevante, trazendo vários exemplos os quais poderíamos trabalhar com os licenciados, tecendo as articulações com a tríade CTS.

Ressaltamos que o planejamento da disciplina se configurou como etapa das mais importantes para o projeto de pesquisa. Para realização desse tipo de proposta é necessário muito estudo e dedicação, e, por esse motivo, nos reunimos diversas vezes, antes de darmos início às aulas, para estudo dos conteúdos relacionados à Biologia Evolutiva a fim de nos prepararmos para as aulas que seriam ministradas. No decorrer do semestre, já ministrando as aulas, continuamos nossos estudos, para a realização desse tipo de proposta de ensino. Notamos que o planejamento foi algo revisitado diversas vezes, pois à medida que fomos conhecendo a turma, percebemos que seria necessário refletir sobre o que foi planejado e executado a fim de aprimorarmos nossos encontros de acordo com a necessidade de aprendizado dos licenciandos. Por esse motivo, não podemos seguir à risca tudo que foi planejado, devemos entender que o planejamento é algo que nos orienta, mas não podemos enxergá-lo como algo inflexível.

Nesse sentido, como já mencionamos, é um desafio para os educadores trabalhar com os conteúdos relacionados à Teoria da Evolução, porque vamos de encontro com crenças e concepções religiosas muito arraigadas nos alunos, mas entendemos que o professor necessita estar preparado para lidar com esse tipo de situação. A alternativa mais viável está em munir-se de conhecimento científico a fim de realizar o seu papel de educador da melhor maneira possível,

¹⁵ FUTUYMA, D. J. *Evolução, Ciência e Sociedade*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

¹⁶ MEYER, D.; EL-HANI, C. N. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

ministrando os conteúdos científicos, e respeitando as opiniões dos alunos sobre questões religiosas. O que não dá para aceitar é o fato de alguns professores se negarem a ministrar os conteúdos evolutivos sob diversas alegações, como insegurança e falta de domínio do conteúdo.

Para elaboração do planejamento da disciplina, selecionamos os conteúdos, definimos os objetivos da disciplina, as estratégias e recursos didáticos, as formas de avaliação e a bibliografia que seria utilizada, como constam no Plano de Curso anexado no Apêndice B. Ressaltamos que planejar essa disciplina juntamente com um professor da instituição nos trouxe mais segurança e confiança para a realização do projeto de pesquisa de natureza interventiva. Por um lado, a sala de aula não é algo que nos era estranho, mas, por outro, tínhamos pouca experiência como docente e nunca havíamos ministrado aulas no nível superior de ensino, com exceção do estágio de regência do mestrado, o qual também foi acompanhado pelo professor/orientador durante todo o processo.

Desse modo, organizamos a disciplina de modo que conseguíssemos ministrar o referencial relacionado ao *Movimento CTS*, junto com as discussões de textos da área; o conteúdo científico relacionado à Biologia Evolutiva, no qual utilizamos como principal referência o livro "*Evolução: o sentido da Biologia*"; e buscamos articular questões sociocientíficas com aspectos tecnológicos relacionados à Biologia Evolutiva e à Formação de Professores. Nesse sentido, elaboramos o Quadro 6 no qual demonstramos como organizamos as temáticas centrais da disciplina ao longo dos 13 encontros.

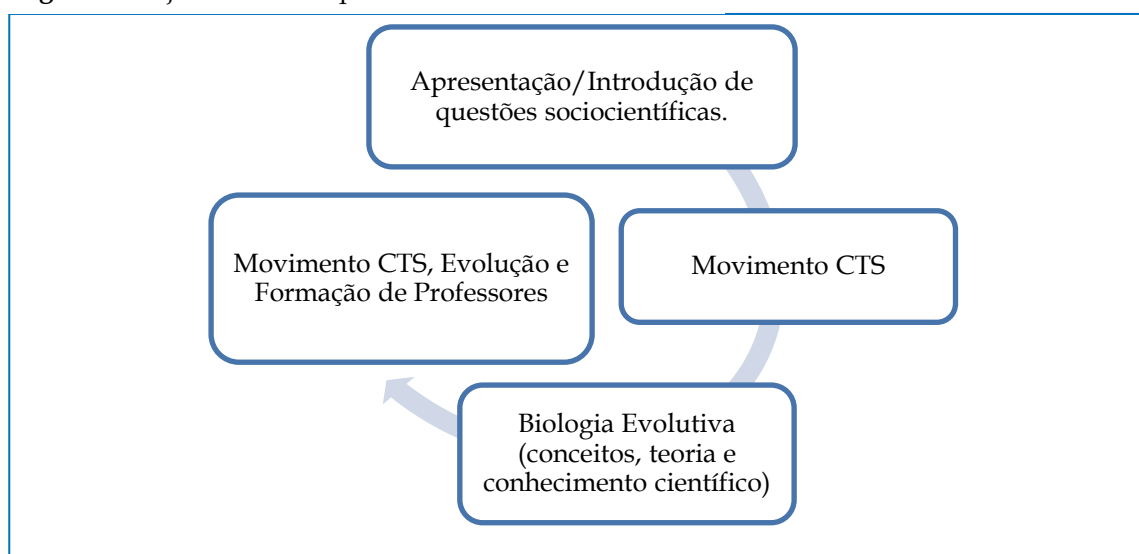
Quadro 6: Organização do conteúdo ao longo dos encontros.

Encontros	Introdução	Movimento CTS	Teoria da Evolução	Mov. CTS, Evolução e Formação de Professores
1º	X			X
2º		X		
3º		X		
4º		X		
5º		X		
6º		X		
7º			X	
8º			X	
9º			X	
10º			X	X
11º			X	X
12º			X	X
13º				X

Como podemos observar no Quadro 6, durante o primeiro encontro fizemos a introdução do projeto e trabalhamos com pequenos textos nos quais introduzimos pequenas discussões sobre questões sociocientíficas. Do 2º ao 6º encontro, foram trabalhados os referenciais do *Movimento CTS*; do 7º ao 12º encontro, trabalhamos com o conteúdo científico relacionado à Teoria da Evolução (parte conceitual). A partir do 10º encontro, a ideia foi articular o conteúdo da teoria, juntamente com discussões que envolviam a tríade CTS, e também com a dimensão de aspectos relacionados à Formação de Professores. Já no último encontro, trabalhamos com os três referenciais.

Com efeito, a trajetória da disciplina seguiu um percurso que pode ser assim esquematizado (Figura 7):

Figura 7: Trajetória da disciplina.



Como podemos observar no esquema acima proposto pela Figura 7, no início da disciplina fizemos uma apresentação geral com introdução de questões sociocientíficas articuladoras das questões evolutivas com CTS. Mas, era preciso que os alunos tivessem conhecimento sobre o que é o *Movimento CTS* e suas propostas para o ensino-aprendizagem de Ciências. Com isso, a parte seguinte da disciplina foi dedicada a trabalhar com os referenciais do *Movimento CTS*, para depois, prestarmos atenção nos conteúdos relacionados à Teoria da Evolução, e também sobre questões relativas à Natureza da Ciência. Assim, garantimos fundamentação em conhecimento científico e, posteriormente, na parte final da disciplina retomamos o tratamento da temática evolutiva de modo articulado com a tríade CTS, por meio de outras questões sociocientíficas de interesse para os alunos, tanto do ponto de vista de sua formação geral como cidadãos, quanto em relação à Formação de Professores.

Durante a realização da intervenção tínhamos o receio de que alguns alunos desistissem da disciplina, pelo fato das aulas ocorrerem em dias alternados e pela disciplina ser ministrada pelo professor da instituição e por uma mestrandia, que em alguns momentos, iria ministrar as aulas sem a presença do professor. Tínhamos o receio dessa proposta não agradar aos licenciandos. Apesar do receio de os alunos estranharem essa situação, notamos que isso acabou não se confirmando.

Ressaltamos que, o fato de haver dois professores ministrando a disciplina concomitantemente, proporcionou maior dinamicidade durante as aulas. Algo que também foi notado nos depoimentos dos alunos, quando questionamos sobre os pontos positivos da disciplina e sobre a dinâmica metodológica, como se pode verificar nos depoimentos listados abaixo:

“As discussões realizadas em sala foram muito ricas e a ministração das aulas nos conduziu a uma participação mais ativa” (A03).

“A abordagem do assunto, não obrigatoriedade de avaliações formais, discussão de temas atuais, postura dos professores frente ao assunto” (A05).

“Ótima, foi de maneira diferente das demais disciplinas, ocorreu de maneira descontraída, pois a maioria das disciplinas são aquelas mesmas aulas maçantes de sempre. E as aulas de CTS não, o professor e a mestrandia abordavam os assuntos de forma bem didática” (A11).

Podemos notar que os alunos aceitaram muito bem a dinâmica de

participação dos docentes da disciplina, sendo esta considerada algo positivo para a execução do projeto.

Outro ponto, a metodologia que propomos para o desenvolvimento da disciplina se diferenciou do modelo tradicional de aulas que os licenciandos tem regularmente no curso de Biologia. Um dos pontos que mais nos preocupava era que os alunos não fizessem as leituras prévias dos textos sugeridos, o que seria inviável para o desenvolvimento das aulas, uma vez que necessitávamos da leitura prévia para a realização das discussões durante as aulas. Quanto a esse ponto, tivemos problema em apenas uma aula (2º encontro) no qual não realizamos a discussão do texto *“Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de Ciências”*, porque a maioria dos alunos não tinha realizado a leitura prévia. Nesse momento, ressaltamos aos alunos-participantes a importância da leitura tanto para as discussões em aula, quanto para o desenvolvimento conceitual que seria proporcionado por essa leitura.

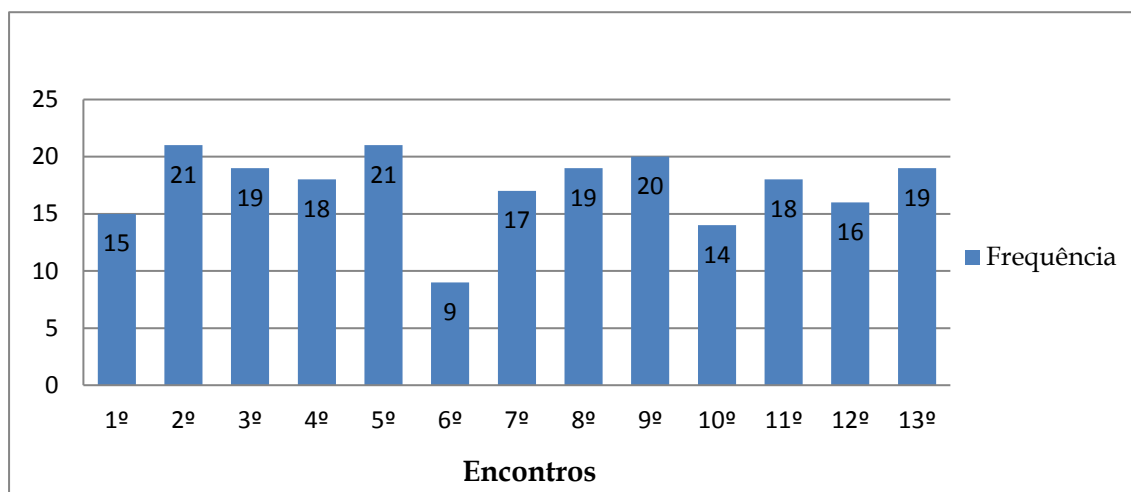
No decorrer das aulas o problema com a leitura foi minimizado, mas ainda assim alguns alunos insistiam em não realizar todas as leituras solicitadas. Neste sentido, o aluno A04 fez a seguinte afirmação: *“a metodologia utilizada foi ótima, os textos bons para discussão, os filmes e slides bem explicativos. Porém houve alguns textos grandes e cansativos, confesso que a leitura deles foi difícil”*. Entendemos que a leitura prévia de textos, infelizmente, não é algo que está presente na rotina dos alunos. Por esse motivo cativar a prática de leitura entre os alunos se configurou como um desafio para nós, pois tínhamos que estar enfatizando a todo o momento a importância da prática de leitura para o avanço das discussões propostas para a disciplina.

Outra preocupação era o tempo de duração dos encontros, em torno de três a quatro horas. O nosso desafio era planejar as aulas de maneira que elas não ficassem monótonas e cansativas. Nesse sentido, a idealização das aulas exigiu estudo, reuniões entre os pesquisadores para selecionarmos estratégias e recursos que dinamizassem o processo de ensino-aprendizagem. Com isso, buscamos empregar nas aulas diferentes estratégias e recursos didáticos, como preconiza a literatura relativa à Educação CTS (TEIXEIRA, 2003).

Ao propor uma disciplina baseada nos pressupostos do *Movimento CTS*, é fundamental repensarmos a nossa postura enquanto docente. Desse modo, procuramos desenvolver uma postura diferente, ou seja, procurando realizar as aulas indutoras da participação mais ativa dos licenciandos, na qual nos colocamos como mediadores dos assuntos trabalhados durante a disciplina, gerando um exercício de descentralização do poder da sala de aula, conservando a autoridade docente, diferente do autoritarismo, mas se afastando de práticas autoritaristas típicas dos modelos tradicionais de ensino (SANTOS, 1999; TEIXEIRA, 2003).

Outro ponto monitorado foi a frequência dos alunos participantes durante os 13 encontros, elaboramos o Gráfico 2 com essas informações.

Gráfico 3: Frequência dos alunos durante os encontros.



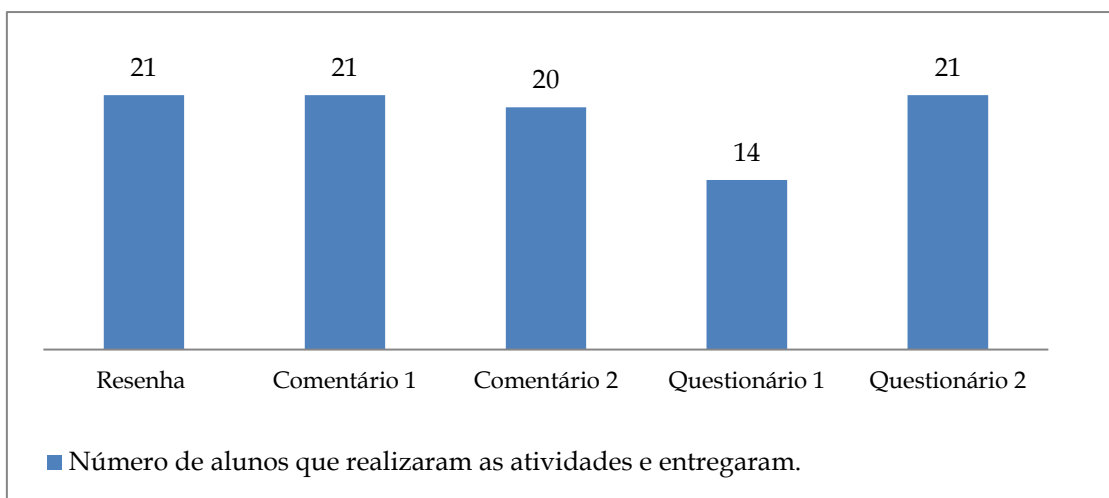
Verificamos que houve uma média de 17 alunos por encontro, o que foi considerado positivo, visto que o intervalo entre os encontros foi avaliado como um aspecto negativo da disciplina e, considerando o total de estudantes matriculados, inicialmente a frequência se manteve estável em patamares de mais de 80% dos alunos matriculados presentes em cada aula. Com isso, avaliamos como positivo a média de frequência dos alunos, a participação e permanência na disciplina, o que evidencia a produtividade do curso e a importância que os estudantes atribuíram aos encontros. Além disso, não houve casos de evasão, isto é, nenhum aluno desistiu da disciplina depois que ela começou a ser desenvolvida.

É importante ressaltar que todos os materiais necessários para a realização da intervenção foram disponibilizados pelos professores do LEBIO e pela

Coordenação do PPG-ECFP, sendo assim, não tivemos problemas com o local e com os materiais necessários para a realização da intervenção.

Analisando a intervenção de maneira geral, podemos concluir que, inspirados nas premissas do *Movimento CTS*, nossa percepção é de que conseguimos instigar o envolvimento e o compromisso da maioria dos alunos nas atividades propostas. Em relação às atividades realizadas durante as aulas, elaboramos o Gráfico 3 para melhor evidenciar que a maioria dos alunos realizou as atividades propostas.

Gráfico 4: Número de alunos que realizaram cada atividade.



Analisando o gráfico, observamos que das cinco atividades propostas, apenas duas não foram realizadas pelo número total de alunos participantes da disciplina. Isso, a nosso ver, também demonstra o interesse e a dedicação dos alunos em estar cumprindo com o que foi solicitado em aula. Acreditamos que essa postura apresentada pelos licenciandos, demonstra que eles estiveram preocupados com a sua formação profissional e pessoal. Com efeito, quando os questionamos sobre a importância de ter uma disciplina como esta no currículo do curso, todos os licenciandos afirmaram que se tratou de uma disciplina importante no contexto de formação como biólogos e professores de Biologia, e que ela deveria fazer parte do currículo do curso de Biologia. Isso pode ser observado nas falas coletadas de alguns alunos:

“Sim, pois mostra a partir de um novo olhar o tema abordado, fazendo contextualizações, levando os alunos a pensar e refletir sobre o tema, a metodologia é diferente e mais interessante” (A04).

“Com certeza, pois vejo de grande importância tanto o Movimento CTS, quanto a parte evolutiva. Melhor ainda quando liga as duas, afinal, precisamos dessa formação, para termos segurança dos conteúdos, para quando formos para sala de aula. Na disciplina biologia evolutiva mesmo, encontrei bastante dificuldade, é necessário estudo mais aprofundado, sabermos como passar esse conhecimento aos alunos, já que envolve muitas crenças e costumes. Até mesmo ao longo da disciplina, podemos confirmar o quanto existem professores atuando sem conhecimento sobre evolução, muito menos CTS, que é menos visto ainda na graduação” (A12).

No depoimento dos estudantes podemos notar a preocupação com a aprendizagem dos conteúdos referentes à Biologia Evolutiva para que eles possam trabalhar esse conteúdo em sala de aula com maior domínio e segurança. Notamos também a preocupação de estar inserindo a *Abordagem CTS* nos cursos de licenciatura para que os futuros professores possam trabalhar os diferentes conteúdos científicos de maneira diferenciada e não apenas seguindo o modelo tradicional de ensino conteudista/canônico (SANTOS, 1999).

Contudo, a participação dos alunos nas discussões realizadas durante aulas se mostrou aquém do desejado. Durante as discussões, notamos que sempre o mesmo grupo de alunos se manifestava, tínhamos um maior número de alunos participando quando saímos um pouco do foco da discussão relacionada ao texto e iniciávamos uma discussão mais voltada para as experiências pessoais. Acreditamos que isso deve ter acontecido pelo fato de alguns alunos não realizarem as leituras prévias dos textos e também pela falta de uma cultura de participação, que, muitas vezes, impede que as pessoas explicitem suas ideias em público.

Corroborando com outras pesquisas já realizadas (SANTANA, 2013; SOUSA, 2013; PORTO, 2014), enfatizamos a importância das práticas CTS voltadas para a promoção de uma maior participação dos alunos, proporcionando mais envolvimento dos mesmos durante as aulas, tornando mais interessantes os temas estudados, criando um ambiente mais interativo que colabora para o estabelecimento de toda uma riqueza de discussões, estimulando a criatividade, contribuindo para a formação da cidadania. Nesse sentido, o aluno A04 fez a seguinte afirmação: [...] *“essa tríade contribui para que o aluno compreenda o assunto e traga ele para sua realidade, fazendo comparações com o conhecimento prévio e o obtido, formando assim sua concepção e sendo capaz de tomar decisões e exercer o seu papel como cidadão”*.

Observamos que a disciplina contribuiu para a formação de professores mais críticos na área de Biologia e mais preocupados com o ensino de Evolução. Mais do que transmitir conhecimentos científicos, houve momentos de discussões que ultrapassaram os limites específicos do conteúdo. Por exemplo: discutimos aspectos sobre: Ciência e Religião; questões relativas ao Ensino de Evolução; conceitos científicos relacionados à teoria, tecendo articulações com aspectos tecnológicos e sociais; também trabalhamos com exemplos provenientes de outras áreas como Economia e Saúde; e sobre questões relacionadas à Natureza da Ciência.

Aliás, refletir sobre aspectos relativos à Natureza da Ciência foi algo importante durante as discussões travadas durante as aulas. Entender que a produção do conhecimento científico é resultado de uma atividade humana nos faz compreender que a ciência também está sujeita a erros. A Ciência não é pura, neutra, objetiva e nem tão pouco pode ser tomada como construtora de verdades absolutas. Desmistificar esse pensamento é algo fundamental nas aulas de Biologia, principalmente quando se trata da Teoria da Evolução. Nesse sentido, mostramos aos licenciandos durante as aulas, várias teorias evolutivas de cientistas que antecederam Darwin e Wallace. Hoje muitas foram refutadas, mas cada uma delas teve sua importância na história do conhecimento científico, de modo que não podemos restringir nossas aulas sobre a Evolução apenas no enfoque das perspectivas do Lamarckismo e do Darwinismo. Por isso, consideramos importante trabalhar elementos da História da Ciência nas aulas, sendo necessário mostrar que a Teoria da Evolução é baseada em estudos, pesquisas e muita evidência, não sendo apenas uma hipótese a ser comprovada. Além disso, foi interessante trabalhar aspectos das atuais pesquisas em Biologia Evolutiva, como no caso de Evo-Devo, mostrando que a Teoria da Evolução não é um conjunto de conhecimentos prontos e acabados, mas sim uma teoria em franco movimento.

Voltando à questão da metodologia de ensino, promovemos um ambiente intelectualmente estimulante, no qual buscamos abandonar o papel de transmissores de conhecimento e assumimos a postura como mediadora, estimulando a participação dos alunos. Destacamos que essa experiência trouxe

grande aprendizado para a nossa carreira como docente. Compreendemos que dedicação e estudo são fundamentais na atividade docente, e que é necessário o professor refletir criticamente sobre sua prática, assumir determinada postura na sala de aula influencia diretamente na maneira como seus alunos irão aprender determinado conteúdo. Durante essa intervenção, apesar de tratarmos com elementos específicos de conteúdo, preocupados com o ensino de Evolução, ressaltamos que no dia a dia da sala de aula, quando os licenciandos estiverem ministrando suas aulas na Educação Básica, eles deverão se preocupar com a maneira que irão apresentar também os demais conteúdos, pois cada um deles possui suas implicações e dificuldades.

Nesse sentido, cada conteúdo, seja em Genética, Botânica, Zoologia entre outros, tem sua importância e muitos também apresentam dificuldades de aprendizagem, e o professor deve ter a consciência de que lecionar não é uma tarefa fácil, pelo contrário, é muito difícil. Mas, por ser difícil, não podemos nos limitar a ministrar os conteúdos de qualquer forma: ser professor requer dedicação, tempo e muito estudo. A esse respeito, na avaliação final da disciplina, o aluno A06 fez a seguinte colocação: *“Eu acho que o diferencial da disciplina foi questão da contextualização mesmo, da interdisciplinaridade da Evolução com as outras disciplinas, durante o curso a única grade que a gente consegue fazer nitidamente a associação da Evolução dentro dos conteúdos específicos desse tipo é a grade de Zoologia, que é uma abordagem mais evolutiva. Tirando a grade de Zoologia, a gente não tem nenhuma outra disciplina que faz essa abordagem da Evolução mesmo dentro do próprio conteúdo. Então, o legal da disciplina aqui foi que ela migrou em diferentes campos, a gente trabalhou no campo social, da agricultura, agropecuária, da Ecologia, da Botânica que a gente realmente não tem nenhuma visão evolutiva da Botânica dentro do nosso curso, Saúde que é literalmente destituída do nosso curso. Então, eu acho que essa visão da interdisciplinaridade tem possibilitado a gente de estar trabalhando a Evolução na Rede Básica ao longo de todo o conteúdo quando a gente trabalhar, a questão de organismo, de complexidade, quando a gente trabalhar a questão da diversidade estar sempre colocando algo de Evolução ali dentro, como a Evolução é a base da Biologia estar sempre relacionando com outros conteúdos e não deixar para o final do terceiro ano.*

O depoimento desse aluno nos mostra o quanto é necessário mudar a maneira como o conteúdo relacionado à Evolução vem sendo tratado dentro dos

cursos de Biologia. Acreditamos que para acontecerem mudanças na maneira como o conteúdo é trabalhado na Educação Básica, precisamos mudar, primeiramente, as coisas nos cursos de licenciatura, pois esses alunos serão futuros professores, só assim conseguiremos mudanças significativas nas concepções e nas práticas dos alunos sobre a Teoria da Evolução.

3.4 - A interdisciplinaridade nas aulas da disciplina “Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores”:

Em relação à interdisciplinaridade, foi um ponto surpreendente no contexto da execução da disciplina. Trabalhar com os conteúdos científicos de forma contextualizada é uma das características do ensino quando este é pautado nos referenciais ligados ao *Enfoque CTS*. Com isso, buscamos compor nossas aulas de maneira que o conteúdo científico relacionado à Biologia Evolutiva fosse discutido levando em consideração aspectos sociais, tecnológicos, éticos, econômicos, ambientais, saúde pública, entre outros. Desse modo, o aspecto interdisciplinar da disciplina foi notado e considerado como ponto positivo por parte dos alunos, como podemos notar nos depoimentos listados abaixo:

“Sim, pois ela tratou o assunto evolução diferente das disciplinas atuais do curso, discutindo de fato o que é a teoria evolutiva, dosando a parte conceitual e incrementando com discussões de texto, trazendo elementos diferentes para a sala de aula” (A05).

“A inserção desta disciplina no currículo regular se faz importante, pois ela nos permite fazer uma associação dos conceitos abordados em diversos âmbitos, além de nos remeter a uma análise e reflexão acerca dos conteúdos abordados em outras disciplinas” (A13).

Segundo Sousa e Teixeira (2014) o modo em que as disciplinas escolares estão organizadas, na qual o conteúdo de cada disciplina é trabalhado de maneira isolada, dificilmente ultrapassa os limites internos de seu campo de conhecimento. Os autores enfatizam que esse tipo de organização das disciplinas escolares, dificulta a realização de estudos interdisciplinares.

Corroborando com Sousa e Teixeira (2014), acreditamos que, no caso de nossa disciplina, os referenciais ligados ao *Movimento CTS* auxiliaram a compensar essa limitação, pois apesar de restritos a trabalhar com apenas uma disciplina, conseguimos abordar os conteúdos científicos ligados a Biologia Evolutiva de forma interdisciplinar em nossas aulas, o que segundo Porto (2014) podemos denominar de “*interdisciplinaridade por dentro*”, ou seja, em uma única

disciplina conseguimos abordar os conteúdos científicos referentes à Biologia Evolutiva relacionando-os com diversas áreas do conhecimento como, por exemplo, Economia, Saúde e Medicina, Genética, entre outros. De acordo com Auler (2012, p. 12), uma educação comprometida com a cidadania, não pode ficar presa “aos limites estreitos de uma disciplina”. Notamos nos depoimentos dos licenciandos que o trabalho com os conteúdos da disciplina de maneira interdisciplinar ofereceu compreensão mais adequada do conteúdo ministrado. Os depoimentos listados abaixo são corroborativos com nosso argumento:

“Sim, abordar os aspectos da biologia evolutiva de forma contextualizada com os acontecimentos sociais, políticos e econômicos possibilita uma maior assimilação na interligação dos conteúdos de biologia e auxilia na formação docente continuada”
(A06).

“Todas as disciplinas do curso regular deveriam ter o foco que a disciplina CTS tem, pois facilitaria a compreensão de vários assuntos que teoricamente são mais complicados” (A18).

Diante do que foi exposto até aqui, reafirmamos a necessidade de mudanças na maneira como o ensino de Evolução vem sendo conduzido em nossas escolas. Mas, entendemos que para que haja mudanças na Educação Básica é necessário que a mudança ocorra primeiramente nos cursos de licenciatura. Segundo Castro e Rosa (2007) e Silva (2011) a formação inicial dos professores não costuma incluir a Evolução como eixo articulador e unificador dos diferentes campos do conhecimento biológico. Na maioria das vezes a temática Evolução fica limitada a uma única disciplina e com isso os alunos deixam a licenciatura sem uma visão ampliada e aprofundada da Teoria Evolutiva. Por esse motivo, defendemos o desenvolvimento de propostas com caráter interdisciplinar, como proposto pelos referenciais ligados ao *Movimento CTS*, que contribuem para efetivação de um ensino de natureza mais reflexiva, proporcionando instrumentos para a construção de uma educação científica comprometida com a formação para a cidadania.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste trabalho, era investigar os limites e as possibilidades da aplicação do *Enfoque CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade)* em uma disciplina voltada para o ensino de Evolução ministrada no contexto da formação inicial de professores de Biologia. Apresentaremos agora, as nossas considerações finais a respeito dos dados obtidos durante a pesquisa.

Ao idealizarmos o projeto, elencamos alguns objetivos específicos para a pesquisa, ou seja, pretendíamos: i) planejar, junto com um professor da área de Educação do curso de Ciências Biológicas (UESB; Jequié/BA), uma disciplina envolvendo os conteúdos evolutivos para ser aplicada com os alunos de Licenciatura em Ciências Biológicas, tomando por base os referenciais do *Enfoque CTS* para a Educação em Ciências; ii) desenvolver a disciplina planejada durante um semestre letivo; iii) analisar as implicações dessa disciplina em termos de ensino-aprendizagem dos conteúdos científicos e das questões sociocientíficas envolvidas no processo; e iv) analisar, se após terem cursado a referida disciplina, os alunos alteraram a forma como perceberam a Teoria da Evolução e questões relativas à Natureza da Ciência.

Sendo assim, planejamos e desenvolvemos durante um semestre letivo a disciplina "*Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores*" para alunos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da UESB, campus de Jequié, durante o segundo semestre letivo de 2015. Muitos foram os desafios para a realização desse projeto de pesquisa, algo que já esperávamos por ser uma disciplina nunca antes ministrada no referido curso.

Os referenciais teóricos que embasaram a pesquisa estão associados aos pressupostos defendidos pelo *Movimento CTS*, trabalhos e relacionados com a formação inicial de professores de Ciências e Biologia e em pesquisas que discutem a importância do Ensino de Evolução para os diferentes níveis de ensino. Apesar da escassez de trabalhos que articulam os referenciais ligados ao *Movimento CTS* com o Ensino de Evolução, encontramos na literatura livros que foram de fundamental importância para a execução de nossa pesquisa, sendo eles: "*Evolução, Ciência e Sociedade*" e "*Evolução: o sentido da Biologia*". Como já dissemos anteriormente, em um primeiro momento foi difícil estabelecer relações

entre os conteúdos da Biologia Evolutiva com as questões de relevância social e tecnológica, visto que temos a tendência de não enxergar os processos evolutivos presentes em nosso dia a dia, sobretudo em contextos de aplicação tecnológica. Todavia, identificamos por meio de nosso estudo, que trabalhar os conteúdos referentes à Evolução por meio do *Enfoque CTS* permitiu o desenvolvimento de discussões e reflexões que inter-relacionavam temáticas de relevância social e de interesse dos licenciandos com aspectos científicos e tecnológicos.

Em relação à metodologia adotada para o desenvolvimento da proposta, constatamos que é viável o desenvolvimento de trabalhos dessa natureza, no Ensino Superior. De acordo com Santos e Mortimer (2002), em relação aos objetivos dos currículos com ênfase em CTS, verificamos que nossa pesquisa conseguiu efetivar alguns deles, de maneira que a intervenção promoveu a participação e interesse dos licenciandos; forneceu informações contextualizadas sobre questões de Ciência e Tecnologia, viabilizando a aquisição de conhecimento científico e tecnológico com relevância social; estimulou a formação de atitudes mais críticas em relação à Ciência e a Tecnologia; forneceu uma compreensão mais adequada sobre a Natureza da Ciência e; contribuiu para reflexões críticas sobre o ensino de Evolução, proporcionando potenciais melhorias no processo de ensino-aprendizagem.

Além dos aspectos positivos assinalados, também observamos algumas dificuldades em relação à inserção do *Enfoque CTS* nas aulas de Biologia, principalmente em se tratando do ensino de Evolução.

Um dos limites verificados em nossa intervenção, corroborando com outras pesquisas já realizadas (SOUSA, 2013; PORTO, 2014; SANTANA, 2014), está relacionado ao tempo considerável que deve ser dedicado para a preparação das aulas e o desenvolvimento das mesmas. Trabalhar os conteúdos científicos por meio de temáticas que envolvem aspectos sociais e tecnológicos requer tempo, cuidado, estudo e atenção, o que dificulta a realização desse tipo de prática se o contexto de trabalho docente envolver a reduzida disponibilidade de tempo dos professores para atividades de planejamento e reflexão sobre a própria prática.

Outro aspecto que, em nosso caso, se configurou como um limite foi à

greve deflagrada no período em que iniciariamos a intervenção. Desse modo, a programação das aulas teve de ser alterada e, por conta disso, tivemos diferentes intervalos de tempo entre os encontros, o que foi considerado como um aspecto negativo da disciplina por todos os alunos que a cursaram.

Um aspecto que também se configurou como limite em alguns momentos da intervenção, foi à falta do hábito de leitura por parte dos licenciandos. A falta da leitura prévia dos textos interferia diretamente na realização das discussões em aula, limitando a participação de muitos deles no contexto das dimensões realizadas.

A mudança de postura dos professores foi algo fundamental para o desenvolvimento da proposta baseada no *Enfoque CTS*. Essa mudança se configurou ao abandonarmos o papel de transmissores de conhecimento e adotarmos a postura de mediadores e organizadores das atividades de ensino-aprendizagem. Concordamos com Sousa (2013) quando a autora assinala que a mudança da postura do professor não é algo fácil. Acontece que muitos professores estão acostumados com o modelo tradicional de ensino vigente nas escolas, e com isso, impedem a execução de uma educação eficaz para o desenvolvimento da cidadania.

Em relação ao papel dos alunos durante o processo de intervenção, podemos afirmar que o desenvolvimento da proposta proporcionou algumas modificações na concepção dos alunos, em relação a suas concepções sobre a Teoria da Evolução e sobre as suas próprias práticas de ensino. Nesse sentido, podemos concluir que a intervenção contribuiu para a aquisição de conhecimentos; mudanças de concepções sobre o Ensino de Evolução; alterações no entendimento sobre questões referentes sobre a Natureza da Ciência e sobre temas sociocientíficos relacionados à Teoria da Evolução, contribuindo para reflexões mais críticas sobre a formação inicial dos professores de Ciências e Biologia.

Verificamos também que trabalhar de maneira interdisciplinar é fundamental em propostas desse tipo. A interdisciplinaridade proporcionada durante as aulas foi considerada pelos licenciandos como algo essencial nas aulas, principalmente quando o assunto trabalhado se refere à Biologia

Evolutiva. A Evolução precisa permear por todas as disciplinas do curso de Biologia, sendo trabalhada de forma interdisciplinar para que assuma, de fato, o seu papel como eixo articulador dos diferentes campos do conhecimento biológico.

A análise dessa pesquisa, fundamentada no *Enfoque CTS*, permitiu maior conhecimento em relação aos limites e possibilidades para a utilização dessa abordagem no contexto da formação inicial de professores de Ciências e Biologia para o ensino de Evolução. A pesquisa evidenciou que a proposta desenvolvida oferece contribuições viáveis para o processo de ensino-aprendizagem relacionado ao ensino da temática em questão e também quando pensamos no desafio que é formar professores de Biologia que enfrentem as dificuldades inerentes ao ensino de Biologia Evolutiva na Educação Básica. Por isso, destacamos a importância da implementação de uma disciplina orientada pelos pressupostos do *Movimento CTS* como uma alternativa viável para ser implantada na estrutura curricular do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Enfim, devemos insistir na defesa da ideia de que “a evolução é muito mais que um simples tópico da Biologia”. Ela é a base para todas as Ciências Biológicas. Como bem observa Sean Carrol:

A biologia sem a evolução é como a física sem a gravidade: assim como não podemos explicar a estrutura do Universo, as órbitas dos planetas e da Lua ou as marés por meio de simples medições, tampouco podemos compreender a biologia humana ou a diversidade na Terra a partir de um compêndio de milhares de fatos menores. Todos os cursos e textos introdutórios devem adotar a evolução como seu tema unificador central (CARROL, 2006, p. 259).

Verificamos, com o desenvolvimento da pesquisa realizada, que a *Educação CTS* permitiu o diálogo e a articulação entre diversas áreas do conhecimento relacionando-as com o ensino de Evolução, contribuindo para a formação de professores mais críticos que se preocupam com a adoção de uma abordagem contextualizada e interdisciplinar dos conteúdos, proporcionando reflexões que contribuem para a formação da cidadania.

Com a apresentação da evolução como um campo aberto, não aprisionado pelas abstratas abordagens conceituais que envolvem seu conteúdo, e nem pelas pendengas e conflitos entre criacionistas e cientistas, a ideia, ao tratarmos de

ensino de evolução com o apoio do *Enfoque CTS*, foi tentar, justamente, desarmar esse falso dilema, apresentando uma teoria viva e conectada com o mundo atual, que além de explicar a origem e a diversidade do mundo vivo, é capaz de gerar interessantes contribuições nos mais diversos campos envolvendo a ciência, a tecnologia e a sociedade contemporânea.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. STS Education: a rose by any other name. In: **A vision for Science Education**: responding to the work of Peter Fensham. London: Ed. Routledge Falmer, p. 59-75, 2003.

AIKENHEAD, G. S. Science-technology-society Science education development: from curriculum policy to student learning. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE ENSINO DE CIÊNCIAS PARA O SÉCULO XXI: ACT - ALFABETIZAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 1990, Brasília. **Anais...** Brasília, 1990. (Mimeografado).

AGNOLETTI, R.; BELLINI, L. M. A Representação Social do Conceito de Evolução de Darwin por Professores de Biologia. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 5, p. 12-31, 2012.

ALMEIDA, M. C.; SEPÚLVEDA, C. O conceito de adaptação e a compreensão da teoria darwinista da evolução: um estudo de caso no ensino superior. In: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE BIOLOGIA, 3, 2010, Fortaleza, **Atas...** Fortaleza, 2010.

AMORIM, M. C.; LEYSER, V. **Ensino de evolução biológica**: implicações éticas da abordagem de conflitos de natureza religiosa em sala de aula. In: Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Org). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília. UnB: 2011.

_____. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

_____. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. 258 f. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

BAZZO, W; von LINSINGEN, I; PEREIRA, L.T.V. (Eds.). **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: OEI, 2003.

BELLINI, L. M. Avaliação do conceito de evolução nos livros didáticos. *Estudos em Avaliação Educacional*, São Paulo, v. 17, n. 33, p. 07-28, jan./abr. 2006.

BITENCOURT, I. M. **A botânica no ensino médio**: análise de uma proposta didática baseada na abordagem CTS. 152 p. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2013.

BIZZO, N. M. V. **Ensino de evolução e história do darwinismo**. 1991. 312 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto Editora, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas**. Brasília: Parecer no. CNE/CES 1.301-2001.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARNEIRO, C. D. R.; TOLEDO, M. C. M.; ALMEIDA, F. F. M. Dez motivos para a inclusão de temas de geologia na educação básica. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 553-560, 2004.

CARNEIRO, A. P. N. **A evolução biológica aos olhos de professores não-licenciados**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CARR, W.; KEMMIS, S. **Teoría crítica de la enseñanza**: la investigación-acción em la formación del profesorado. Barcelona: Martínez Roca, 1988.

CARROLL, S. B. **Infinitas formas de grande beleza**: como a evolução forjou a grande quantidade de criaturas que habitam o nosso planeta. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.

CASTRO, E. C. V; ROSA, V. L. A ética no ensino de Evolução. In: **Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)** - Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

CEREZO, J. A. L. Ciência, tecnologia e sociedade: O estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: SANTOS, L. W. et al. (Orgs.). **Ciência, Tecnologia e Sociedade**: o desafio da interação. Londrina: IAPAR, 2002.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

CRUZ, S. M. S. ZYLBERSZTAJN, A. O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Aprendizagem Centrada em Eventos. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El Pensamiento em Ciencia, Tecnología y Sociedad em Latinoamérica: uma interpretación política de su trayectoria. In: DAGNINO, R.; THOMAS, H. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: uma reflexão latino-americana**. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003.

DOBZHANSKY, T. H. Nothing in Biology makes sense except in the light of evolution. **The American Biology Teacher**, v.35 p.125-129, 1973.

FERREIRA, A. B. H. **Miniaurélio século XXI escolar: o minidicionário da língua portuguesa**. 4. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 1.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra 1974.

FUTUYMA, D. J. **Evolução, Ciência e Sociedade**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. 3.ed. Ribeirão Preto: Ed. FUNPEC, 829p. 2009.

GARCÍA, C. M. **Formação de Professores**. Porto- Portugal: Ed. Porto, 1999.

GARCÍA, M. I. G.; CERESO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. L. L. **Ciencia, tecnología y sociedad**. Uma introducción al estudio social de La ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996.

GOEDERT, L. **A formação do professor de biologia e o ensino da evolução biológica**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

GRÜN, M. **Ética e Educação Ambiental: a conexão necessária**. Campinas, SP: Papyrus, 1996.

GUIMARÃES, M. A. **Cladogramas, evolução e ensino de biologia**. 1. ed. - Rio de Janeiro: Corifeu, 2007.

HOFSTEIN, A. et al. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p. 357, 1988.

KATO, D. S.; FRANCO, R. A. G. As concepções de seleção natural em licenciandos em Ciências Biológicas. In: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE BIOLOGIA, 4, 2012, Goiânia. **Atas...** Goiânia, 2012.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões de Ciências e Sobre Cientistas entre Estudantes de Ensino Médio. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n.15, 2002.

KRASILCHIK, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004a.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

KRASILCHIK, M. Inovação no ensino das ciências. In: GARCIA, W. E. (Coord.). **Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas**. São Paulo: Cortez, Autores Associados, 1980.

LIMA, J.; ARAÚJO, M. C. P. Evolução biológica: aspectos da formação inicial de professores e a prática docente. In: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE BIOLOGIA, 4, 2012, Goiânia. **Atas...** Goiânia, 2012.

LINDEMANN, R. H. **Ensino de química em escolas do campo com proposta agroecológica: contribuições a partir da perspectiva Freireana de Educação**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Florianópolis, 2010.

LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

LÓPEZ, J. L. L.; CERESO, J. A. L. Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. In: GARCÍA, M. I. G; CERESO, J. A. L; LÓPEZ, J. L. L. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Tecnos, p. 225-252, 1996.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MAYR, E. **O que é a evolução**. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.

MAYR, E. **Biologia, Ciência Única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MORAES, J. U. P.; ARAÚJO, M. S. T. **O Ensino de Física e o Enfoque CTSA: caminhos para uma educação cidadã.** São Paulo: Editora Livraria da Física. 2012.

OLIVEIRA, G. S.; BIZZO, N.; PELLEGRINI, G. Evolução biológica e os estudantes: um estudo comparativo Brasil e Itália. **Ciênc. educ.** (Bauru) [online]. 2016, vol.22, n.3, pp.689-705.

PINHEIRO, N.A.M; SILVEIRA, R.M.C.F; BAZZO, W.A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PORTO, M. L. **O ensino de biologia na educação de jovens e adultos (EJA) por meio do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS):** análise de uma proposta desenvolvida. 381 p. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2014.

PORTO, M. L. O. CHAPANI, D. T. Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia e Sociedade) e Formação de Professores: possíveis relações e questionamentos In: X COLÓQUIO NACIONAL E III COLÓQUIO INTERNACIONAL DO MUSEU PEDAGÓGICO, 2013, Vitória da Conquista. **Anais.** Vitória da Conquista: UESB, 2013. v.1. p.1 - 10.

REIS, P.; RODRIGUES, S.; SANTOS, F. Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: — “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias.** v. 5, n. 1, p. 51-73, 2006.

REYNOL, F.; PIOLLI, A. L. A corrente econômica que veio da biologia evolutiva. **ComCiência** (UNICAMP), Campinas, p. 01 - 03, 10 abr. 2009.

RIBEIRO, M. G. L.; et al. Teoria Darwinista da Evolução: identificação de concepções teleológicas entre estudantes do primeiro período de graduação em Ciências Biológicas. In: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE BIOLOGIA, 3, 2010, Fortaleza. **Atas...** Fortaleza, 2010.

RICHETTI, G. P.; ALVES FILHO, J. P. Automedicação: um Tema Social para o Ensino de Química na Perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica. In: **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.1, p. 85-108, 2009.

RIDLEY, M. **Evolução.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 752 p. 2006.

SANTANA, T. A. **Aplicação do enfoque CTS no ensino de bioquímica: análise de uma experiência didática.** Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 270 p. 2014.

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

SANTOS, W. L. P. dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

SANTOS, W. L. P.; AULER, D. **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. **Ensaio: pesquisa em educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 129-248, dez. 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.

SANTOS, M. E. V. M. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2., 1999, Valinhos. **Atas...** Valinhos: Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação em Ciências, 1999.

SELLES, S. E., FERREIRA, M. S. Disciplina Escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S.; AMORIM, A. C. (Orgs.) **Ensino de Biologia**: conhecimentos e valores em disputa. Niterói: EDUFF, 2005.

SILVA, M. G. B. **Um estudo sobre as dificuldades envolvendo a introdução da Evolução Biológica como eixo norteador do processo de formação do professor de Biologia**. Dissertação de Mestrado, Salvador: UFBA, 2011.

SILVA, M. G. B.; SILVA, R. M. L.; TEIXEIRA, P. M. M. A evolução biológica na formação de professores de Biologia. In: 8a ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2011, Campinas. **Atas**. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011. v. 1.

SOARES, C. P. O.; DORVILLÉ, L. F. M. Análise das definições de evolução biológica por parte de licenciandos de ciências biológicas da UERJ/FFP. In: Encontro Nacional do Ensino de Biologia (ENE BIO), 4, 2012, Goiânia. **Atas...** Goiânia, 2012.

SOUSA, G. P. **Educação CTS e Genética, elementos para a sala de aula: potencialidades e desafios**. 2013. 317 p. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2013.

SOUSA, G. P.; TEIXEIRA, P. M. M. Percepções de uma professora sobre a aplicação do enfoque CTS em aula de genética no ensino médio. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, v. 7, p. 2772-2783, 2014.

SOUZA, A. L. S. **A formação do pedagogo na UESB, campus de Jequié, para o ensino de ciências nos anos iniciais**. 195 p. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2013.

SOUZA, E. C. F.; DORVILLÉ, L. F. M. Ensino de evolução biológica: concepções de professores protestantes de ciências e biologia. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, v. 7, p. 1855-1866, 2014.

STAUB, T.; STRIEDER, D. M.; MEGLHIORATTI, F. A. Análise da Controvérsia entre Evolução Biológica e Crenças Pessoais em Docentes de um Curso de Ciências Biológicas. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (En línea)**, v. 10, p. 20-35, 2015.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e ensino médio: espaços de articulação**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. 282 f. Tese (Doutorado em Ciências). São Paulo, 2012.

TEIXEIRA, P. M. M. Movimento CTS e suas proposições para o ensino de ciências. In: _____. (Org.). **Temas emergentes em educação científica**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2003.

TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da Evolução Biológica: um desafio para o século XI. Evolucionismo. **ComCiência: revista eletrônica de jornalismo científico** n.107, 2009. Disponível em <<http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=45&id=535>>. Acesso em 10 de maio de 2015.

VACCAREZZA, L. S. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina, In: **Revista Iberoamericana de Educación**, n.18 - Ciencia, Tecnología y Sociedad ante la Educación, set-dez, 1998. <<http://www.oei.es/oeivirt/rie18a01.htm>>, acesso 16/09/2015.

VIEIRA, C.T; VIEIRA, R.M. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de Professores de ciências do ensino básico. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 191-211, 2011.

ZOLLER, U., WATSON, F. G. (1974). Technology education for nonscience students in the secondary school. **Science Education**, v. 58, n. 1, p.105-116.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CONVITE



DISCIPLINA

MOVIMENTO CTS, BIOLOGIA EVOLUTIVA
E FORMAÇÃO DE PROFESSORES

CONVITE

Olá, graduandos!

Eu, Meriane Ribeiro de Lima, juntamente com o Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira, convidamos os alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas para participar da disciplina “**Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores**” que será oferecida em caráter especial (condensada) nos meses de junho e julho de 2015, em datas ainda a combinar.

A disciplina possui carga horária de 60 hs, nas quais iremos discutir a articulação dos referenciais oriundos do **Movimento CTS** (Ciência, Tecnologia, Sociedade) na Educação em Ciências, com os aportes da **Biologia Evolutiva**, pensando em identificar possibilidades para o aprimoramento da formação dos professores de Biologia e do próprio ensino de Evolução desenvolvido na escola básica. Ementa em anexo!

Lembramos que a disciplina já está cadastrada no organograma geral da Licenciatura em Ciências Biológicas como disciplina optativa e sob código DCB 724 (60 horas). Assim, quem cursá-la e obter aprovação integralizará mais uma disciplina necessária à conclusão do curso.

No momento, estamos contatando os interessados para podemos ter alguma ideia sobre quantos estudantes teriam interesse em participar da disciplina. Posteriormente, agendaremos uma reunião com todos os interessados. Assim, gostaríamos de convidá-los a participar deste projeto. Para que isso aconteça, será necessário que vocês confirmem matrícula na ocasião em que ela estiver disponível (isso será avisado previamente). Quem tiver interesse em cursar a referida disciplina, por favor, entre em contato conosco por meio do e-mail: meri_lima@hotmail.com

Sem mais,

Aguardamos contato!

MAIS INFORMAÇÕES, CONTATE: MERIANE RIBEIRO DE LIMA; PAULO MARCELO M. TEIXEIRA,
meri_lima@hotmail.com

APÊNDICE B – PLANO DE CURSO



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
Campus de Jequié/BA
Departamento de Ciências Biológicas

PLANO DE CURSO

DADOS DA DISCIPLINA					
DISCIPLINA	CREDITAÇÃO				CARGA HORÁRIA
	T	P	E	Total	
Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores	2	1	-	3	60 horas
EMENTA					
A disciplina discute a articulação dos referenciais oriundos do Movimento CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) na Educação em Ciências, com os aportes da Biologia Evolutiva, pensando em identificar possibilidades para o aprimoramento da formação dos professores de Biologia e do próprio ensino de Evolução desenvolvido na escola básica.					
OBJETIVO GERAL					
O objetivo da disciplina é articular referenciais do Movimento CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) na Educação em Ciências, com os aportes da Biologia Evolutiva, pensando nos limites e possibilidades para o aprimoramento da formação dos professores de Biologia e do próprio ensino de Evolução desenvolvido na escola básica.					
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:					
<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar e discutir referências teóricas a respeito do Movimento CTS e a pesquisa em Educação Científica; - Refletir sobre os fundamentos básicos relativos à Biologia Evolutiva e suas relações com questões sociocientíficas; - Discutir aspectos relacionados ao ensino de evolução e possibilidades da utilização dos enfoques CTS neste contexto, considerando tanto a educação básica como a educação superior (formação de professores de Ciências Biológicas). 					
CONTEÚDOS:					
<ul style="list-style-type: none"> - Estudos sobre o Movimento CTS na Educação em Ciências: <ul style="list-style-type: none"> • Origem dos Estudos CTS (Breve Histórico); • Estudos CTS; • Pesquisa, Movimento CTS e Ensino de Ciências; - Fundamentos básicos em Biologia Evolutiva (História e Aspectos Conceituais); - Evolução e Natureza da Ciência; - Evolução como Eixo Estruturante para a Biologia e Ensino de Biologia; 					

- Evolução, Ciência e Sociedade:

- Perspectivas a partir da Biologia Evolutiva;
- Saúde humana e ciências médicas;
- Agricultura e recursos naturais;
- Descoberta de produtos naturais úteis;
- Meio ambiente e conservação;
- Aplicações da Biologia Evolutiva em outros campos disciplinares;
- Biologia Evolutiva e a compreensão da humanidade;
- Biologia Evolutiva: ciência básica e aplicada;

- Aspectos relacionados à formação de professores e ensino de Evolução.

METODOLOGIA:

Aulas expositivas; aulas dialogadas; estudo de textos; discussões; grupos de trabalho; seminários; elaboração de resenhas e outras produções.

AVALIAÇÃO:

Avaliação processual. Critérios de avaliação: frequência e participação nas aulas, seminários, trabalhos em grupo e individuais, discussões dos textos, resenhas.

REFERÊNCIAS:

AIKENHEAD, G. S. Research into STS Science education. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 9, n.1, 2009, p 1-21.

AULER, D. Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de Ciências. 258 f. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

_____. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs). CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília. UnB: 201.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 2010.

CHIZZOTTI, A. Pesquisa em ciências humanas e sociais. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

DARWIN, C. Origem das espécies. Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 2002.

FUTUYMA, D. J. Biologia evolutiva. 2.ed. Ribeirão Preto: FUNPEC - RP, 2002.

_____. Evolução, Ciência e Sociedade. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

_____. The uses of evolutionary biology. Science 267:41-42, 1995.

GARCÍA, M. I. G.; CERESO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. L. L. Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996.

GOEDERT, L. A formação do professor de biologia e o ensino da evolução biológica. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

- LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, 2007.
- MAYR, E. O que é Evolução. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.
- MEYER, D.; EL-HANI, C. Evolução: o sentido da biologia. São Paulo: Editora UNESP, 2005.
- RIDLEY, M. Evolução. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- SANTOS, S. Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula. São Paulo: Annablume: Fapesp, 2002.
- SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs). CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília. UnB: 2011.
- _____.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em Ciências, Belo Horizonte*, v. 2, n. 2, p. 129-248, dez. 2000.
- SILVA, M.G.B. Um estudo sobre a evolução biológica como eixo norteador do processo de formação do professor de biologia. 2011. 173 p. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia) Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2011.
- SOUSA, G.P. Educação CTS e Genética, elementos para a sala de aula: potencialidades e desafios. 2013. 317 p. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2013.
- TAROZZI, M. O que é a Grounded Theory? Petrópolis: Vozes, 2011.
- TEIXEIRA, P. M. M. Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil (1972-2004): um estudo baseado em Dissertações e Teses. Tese (Doutorado em Educação)- Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2008.
- _____. Educação científica e movimento CTS no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 1, 2003.
- _____. Movimento CTS e suas proposições para o ensino de ciências. In: _____. (Org.). *Temas emergentes em educação científica*. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2003.
- TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. *Genet. Mol. Biol.* [online]. 2004, v.27, n.1, p. 124-131.

PROFESSOR RESPONSÁVEL: Prof. Dr. Paulo Marcelo M. Teixeira

COORDENADORA DO COLEGIADO DE CURSO: CARLA PATRÍCIA N. LUZ.

Data: 15/08/2014.

Assinatura do Coordenador (a)

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB

Departamento de Ciências Biológicas - DCB

PPG - Educação Científica e Formação de Professores



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) estudante, sou **Meriane Ribeiro de Lima**, discente do Programa de Mestrado - Educação Científica e Formação de Professores, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB/Jequié-BA, informo que estarei desenvolvendo uma pesquisa de intervenção, sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira (UESB - Jequié) e você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar dessa pesquisa.

A pesquisa é intitulada **“Enfoque CTS e o Ensino de Evolução: análise de uma experiência didática no contexto da formação inicial de professores de Biologia”**. A ideia de execução deste projeto de pesquisa tem relação com o papel central da Teoria da Evolução para a Biologia enquanto Ciência; na ideia de que a Evolução deveria ser tomada como um dos eixos unificadores para o ensino de Biologia, o que muitas vezes não acontece nas salas de aula, o que leva a dificuldades que envolvem o ensino-aprendizagem de elementos da Teoria da Evolução, tanto na escola básica, quanto no contexto da formação de professores de Biologia.

O objetivo da pesquisa é investigar os limites e as possibilidades da aplicação do Enfoque CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) numa disciplina voltada para o ensino de Evolução ministrada no contexto da formação inicial de professores de Biologia. Durante o semestre de investigação, será proporcionado aos educandos um conjunto de aulas dedicadas a conteúdos da Biologia Evolutiva com aspectos sociais e tecnológicos. Isso acontecerá dentro da disciplina **“Movimento CTS, Biologia Evolutiva e Formação de Professores”** que será ministrada pela mestrandia Meriane Ribeiro de Lima e pelo Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira.

Os instrumentos e estratégias selecionados para a produção dos dados serão os seguintes: observação participante, com anotações em memorial descritivo das ocorrências observadas ao longo da disciplina; material produzido pelos estudantes, em atividades realizadas durante as aulas; frequência dos estudantes; fotografias; gravações (em vídeo e/ou áudio) e entrevistas, ou seja, recolheremos depoimentos dos estudantes a respeito do curso.

Devemos ressaltar que a participação dos estudantes no projeto se dará de forma voluntária. A participação nessa pesquisa pode causar aos participantes, riscos de constrangimento ou desconforto durante a realização de alguma

atividade. Os benefícios desta pesquisa se encontram na utilização do *Enfoque CTS* que, segundo a literatura, possibilita um processo de ensino-aprendizagem mais contextualizado e dinâmico, trazendo benefícios de aprendizagem para os estudantes. Tendo consciência dos riscos e benefícios desta pesquisa, pois todas as pesquisas que envolvem seres humanos contêm riscos e benefícios, garantimos que todas as medidas serão tomadas para que se possa diminuir ao máximo os possíveis riscos durante a realização da pesquisa. Todos os estudantes serão tratados com dignidade e respeito. Durante o desenvolvimento da pesquisa os alunos assistirão às aulas, participarão das diversas atividades e serão entrevistados durante o curso.

As atividades da pesquisa de intervenção serão realizadas nas dependências da *Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)* – Campus de Jequié. Caso haja dúvidas durante o processo de realização da pesquisa, você será esclarecido(a) sobre qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade. Os pesquisadores irão tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. O resultado final da pesquisa será divulgado na dissertação de mestrado de Meriane Ribeiro de Lima, com a preservação do anonimato de todos os participantes da pesquisa. Os resultados da pesquisa também serão enviados para publicação em periódicos da área de Educação em Ciências, mas todos os dados que possam identificá-lo permanecerão confidenciais, ou seja, você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. A participação no estudo não acarretará custos para você, pois estes serão custeados integralmente pelos pesquisadores. Este *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* foi impresso em duas vias, que deverão ser devidamente assinadas por você, sendo que, uma cópia será arquivada no *Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores* da *Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia* – Campus de Jequié e outra será fornecida a você.

Consentimento:

Eu, _____
fui informado(a) do objetivo da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações sobre a pesquisa e essas serão fornecidas pelos pesquisadores. A mestrandia Meriane Ribeiro de Lima e o seu orientador o Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira certificaram-me de que todos os dados da pesquisa serão confidenciais e os resultados que gerarem publicações prezarão pelo sigilo da identidade dos participantes. Também sei que caso existam gastos, estes serão de inteira responsabilidade dos pesquisadores envolvidos. Em caso de dúvidas

poderei chamar a mestranda Meriane Ribeiro de Lima no telefone (73) 8894-9256 ou no endereço de e-mail: meri_lima@hotmail.com ou o Comitê de Ética em Pesquisa da UESB – CEP/UESB, no seguinte endereço: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, CAP - 1º andar, Av. José Moreira Sobrinho, S/N - Bairro: Jequiezinho, CEP: 45.206-510 Jequié – Bahia ou entrar em contato no seguinte número telefônico: (73) 3528 9727 ou nos seguintes **endereços eletrônicos**: cepuesb.jq@gmail.com ou cepjq@uesb.edu.br.

Eu, _____
, _____ de idade, aceito o convite para participar desse estudo, autorizando o uso dos dados coletados pelos pesquisadores como: depoimentos, gravações, fotografias e entrevistas, sendo imprescindível o sigilo e confidencialidade da minha identificação. Declaro que recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido, devidamente assinada por mim e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

Assinatura do pesquisador

Assinatura da testemunha

Jequié _____ de _____ de 2015.

APÊNDICE D - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE IMAGEM E DEPOIMENTO



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB
Autorizada pelo Decreto Estadual nº 7344 de 27.05.98
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP / UESB

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E DEPOIMENTOS

Eu _____, CPF _____, RG _____, depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso de minha imagem e/ou depoimento, especificados no *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo, os pesquisadores **Meriane Ribeiro de Lima** e **Paulo Marcelo Marini Teixeira** do projeto de pesquisa intitulado “**Enfoque CTS e o Ensino de Evolução: análise de uma experiência didática no contexto da formação inicial de professores de Biologia**” a realizar as fotos e vídeos que se façam necessários e/ou a colher meus depoimentos sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos e vídeos (seus respectivos negativos) e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei N.º 8.069/ 1990), dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei N.º 10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto N° 3.298/1999, alterado pelo Decreto N° 5.296/2004).

Jequié - BA, ___ de _____ de 20__

Participante da pesquisa

Pesquisador responsável pelo projeto

APÊNDICE E - PROTOCOLO - QUESTÕES INICIAIS

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB**

Departamento de Ciências Biológicas - DCB

PPG - Educação Científica e Formação de Professores

Pesquisa: *Enfoque CTS* e o Ensino de Evolução: análise de uma experiência didática no contexto da formação inicial de professores de Biologia

Mestranda: Meriane Ribeiro de Lima

Orientador: Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira

**PROTOCOLO – QUESTÕES INICIAIS**

- 1) Em sua opinião, qual o papel da evolução na formação dos biólogos e dos professores de Biologia?

- 2) Você já lecionou conteúdos evolutivos? Se sim, conte um pouco sobre como foi essa experiência.

- 3) Como você se sente (sentiria) ao ensinar evolução? Você tem (teria) alguma dificuldade em fazê-lo?

- 4) Quais aspectos da *Teoria da Evolução* você gostaria de estudar e que até o momento não foram trabalhados durante o curso de graduação em Biologia?

- 5) Você já ouviu falar em *Movimento CTS*? Onde? Quando? O que você sabe sobre isso?

APÊNDICE F – PROTOCOLO – QUESTÕES FINAIS



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB

Departamento de Ciências Biológicas - DCB

PPG - Educação Científica e Formação de Professores

Pesquisa: *Enfoque CTS* e o Ensino de Evolução: análise de uma experiência didática no contexto da formação inicial de professores de Biologia

Mestranda: Meriane Ribeiro de Lima

Orientador: Prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira



PROTOCOLO – QUESTÕES FINAIS

- 1) Você acha importante ter uma disciplina como esta no currículo regular do curso?
- 2) Em que sentido a disciplina contribuiu para sua formação?
- 3) Trabalhar os conteúdos evolutivos utilizando o *Enfoque CTS* permitiu uma melhor compreensão desses conteúdos, ou seja, dos conteúdos em Biologia Evolutiva?
- 4) Como você avalia a dinâmica metodológica das aulas dessa disciplina?
- 5) Aponte aspectos positivos e negativos da disciplina. Dê sugestões se desejar.
- 6) Sua concepção sobre as dificuldades inerentes ao Ensino de Evolução na escola básica se alterou ao longo do transcurso dessa disciplina? E sua visão sobre a Teoria da Evolução mudou? Em que sentido?

ANEXO

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
SUDOESTE DA BAHIA -
UESB/BA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ENFOQUE CTS E O ENSINO DE EVOLUÇÃO: ANÁLISE DE UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA

Pesquisador: MERIANE RIBEIRO DE LIMA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 34275514.1.0000.0055

Instituição Proponente: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 914.461

Data da Relatoria: 11/12/2014

Apresentação do Projeto:

Segundo a autora o fato de que a vida evoluiu é uma das grandes descobertas da história da ciência, sendo, por isso, interessante conhecer os argumentos a seu favor. A evolução biológica consiste na mudança das características hereditárias de grupos de organismos ao longo das gerações [...], numa perspectiva de longo prazo, a Evolução é a descendência, com modificações, de diferentes linhagens a partir de ancestrais comuns. Sendo assim, o trabalho pretende investigar as potencialidades do Enfoque CTS ou Movimento CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) quando pensamos no ensino de Evolução Biológica e na formação inicial de professores de Biologia. A pesquisa é delineada para identificar os limites e as possibilidades da aplicação do Enfoque CTS numa disciplina voltada para o ensino de Evolução, ministrada no contexto de formação inicial de professores de Biologia.

Objetivo da Pesquisa:

- Geral:

Investigar os limites e as possibilidades da aplicação do Enfoque CTS numa disciplina voltada para o ensino de Evolução ministrada no contexto da formação inicial de professores de Biologia.

- Específicos

•Planejar uma disciplina, envolvendo os conteúdos evolutivos para ser aplicada com os alunos de

Endereço: Avenida José Moreira Sobrinho, s/n

Bairro: Jequiezinho

CEP: 45.206-510

UF: BA

Município: JEQUIE

Telefone: (73)3528-9727

Fax: (73)3525-6683

E-mail: cepuesb.iq@gmail.com

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
SUDOESTE DA BAHIA -
UESB/BA



Continuação do Parecer: 914.461

Licenciatura em Ciências Biológicas da UESB, tomando por base os referenciais do Enfoque CTS para a educação em Ciências.

- Desenvolver a disciplina planejada durante um semestre letivo;
- Analisar as implicações da disciplina em termos de ensino-aprendizagem dos conteúdos científicos e das questões sociocientíficas envolvidas no processo.
- Analisar as alterações sobre como os alunos perceberam a teoria da Evolução e questões relativas à natureza da Ciência.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo a autora o trabalho traz como benefícios a contribuição com todos aqueles interessados numa aprendizagem mais significativa para o ensino de Evolução. Além de que os resultados poderão servir de instrumento para reflexões sobre a importância do desenvolvimento de práticas pedagógicas mais sistemáticas voltadas para o ensino dessa temática na formação inicial de professores.

Como riscos os autores citam: "Os estudantes serão tratados com dignidade e respeito. Para que se possam diminuir os possíveis riscos na realização da pesquisa, sempre tomaremos todos os cuidados necessários, como: substituição de procedimentos, caso seja necessário; acompanhamento ético, garantindo todos os direitos apresentados no Termo de Livre Consentimento; avaliação sobre a inclusão de pessoas vulneráveis, por este motivo é necessário que os participantes da pesquisa já tenham cursado as disciplinas que abordam os conteúdos evolutivos."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de relevância.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Conforme Resolução no 466 de 12 de dezembro de 2012 todos os termos foram apresentados, com a exceção da folha de rosto que continua com pendência.

Recomendações:

Nada a declarar

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências foram atendidas.

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Avenida José Moreira Sobrinho, s/n

Bairro: Jequiezinho

CEP: 45.206-510

UF: BA

Município: JEQUIE

Telefone: (73)3528-9727

Fax: (73)3525-6683

E-mail: cepuesb.jq@gmail.com

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
SUDOESTE DA BAHIA -
UESB/BA



Continuação do Parecer: 914.461

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Em reunião do dia 12/12/2014 a plenária do CEP-UESB aprovou o parecer do relator.

JEQUIE, 15 de Dezembro de 2014

Assinado por:
Ana Angélica Leal Barbosa
(Coordenador)

ANEXO B – TEXTO: VÍRUS DA IMUNODEFICIÊNCIA HUMANA (HIV)

Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV)

E. C. Holmes
Oxford University

Muitos vírus, mais destacadamente o vírus da imunodeficiência humana (HIV), exibem uma enorme diversidade genética — diversidade que muitas vezes aparece dentro do período de observação humana e que freqüentemente cria obstáculos às tentativas de controle e erradicação. A Biologia Evolutiva teve um papel importante na descrição da amplitude desta variação, na determinação dos fatores que foram responsáveis pela sua origem e manutenção e na avaliação de como ela pode influir no desfecho clínico de uma infecção. É possível ilustrar a importância da análise evolutiva neste contexto — particularmente em relação ao HIV, para o qual há mais dados disponíveis — em três níveis diferentes: numa escala global, no âmbito de populações infectadas e em pacientes individuais.¹

Na escala global, árvores filogenéticas mostraram que os dois vírus da imunodeficiência, HIV-1 e HIV-2, surgiram separadamente de ancestrais símios e que, dentro de cada vírus, existe uma variação genética considerável, que pode ser organizada em "subtipos" distintos. Esses subtipos diferem em sua distribuição geográfica (embora a maioria seja encontrada na África) e, possivelmente, quanto a propriedades biológicas importantes. Por exemplo, o subtipo E, do sudeste da Ásia, parece ser mais facilmente transmitido pela via sexual do que outros subtipos e é associado com a dramática propagação recente do vírus naquela parte do mundo. A identificação correta dos subtipos pela análise filogenética será um elemento vital na elaboração de futuras vacinas.

Em populações infectadas, as análises evolutivas levaram ao levantamento de hipóteses epidemiológicas importantes sobre o local de origem das diferentes linhagens de HIV, particularmente daquelas associadas com grupos de comportamento de "baixo risco", e sobre a possibilidade de grupos de risco diferentes possuírem linhagens características. Estas informações constituirão uma parte importante de programas de intervenção comportamental, já que será possível identificar com precisão os grupos mais envolvidos na propagação do HIV. A abordagem evolutiva também foi essencial para que fossem respondidas perguntas sobre se o HIV pode ser transmitido a pacientes por pessoas que prestam assistência médica, como, por exemplo, durante cirurgias.

As análises evolutivas da variação genética no HIV também produziram informações valiosas sobre mudanças na população de vírus em um único paciente. Embora cada paciente seja infectado por muitos genótipos virais, a diversidade genética do vírus logo cai drasticamente, sugerindo que somente certos genótipos conseguem invadir com sucesso as células do hospedeiro durante os primeiros estágios da incubação. Posteriormente, a população de vírus no interior do paciente se diversifica, produzindo certos genótipos capazes de invadir órgãos específicos, como o cérebro. Também parece haver uma interação evolutiva entre o vírus e o sistema imunológico, que pode determinar quando e como o HIV acaba causando a AIDS. Portanto, a perspectiva evolutiva é essencial para a compreensão da biologia básica do HIV e talvez possa nos ajudar a compreender as suas respostas à terapia medicamentosa.

¹ A. J. Leigh Brown and E.C. Holmes, *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 25: 127-165 (1994).

ANEXO C – TEXTO: AS ORIGENS DO HOMEM MODERNO



As Origens do Homem Moderno

Douglas J. Futuyma

State University of New York at Stony Brook

A maioria dos hominídeos fósseis de cerca de 1 milhão a 300.000 anos atrás é classificada como *Homo erectus*, que esteve amplamente distribuído desde a África até a Ásia Oriental. As características esqueléticas do *Homo erectus* evoluíram gradualmente para as do *Homo sapiens*. A transição anatômica entre o *Homo sapiens* "arcaico" — como os neandertalenses — e o *Homo sapiens* "anatomicamente moderno" ocorreu na África cerca de 170.000 anos atrás e, algum tempo depois, em outro lugar. Até recentemente, a suposição geral era de que os genes para as características modernas tivessem se espalhado por diferentes populações humanas "arcaicas", de modo tal que todas as diferentes populações arcaicas tivessem evoluído para o homem moderno, mantendo porém algumas diferenças genéticas que persistem até hoje entre diferentes populações huma-

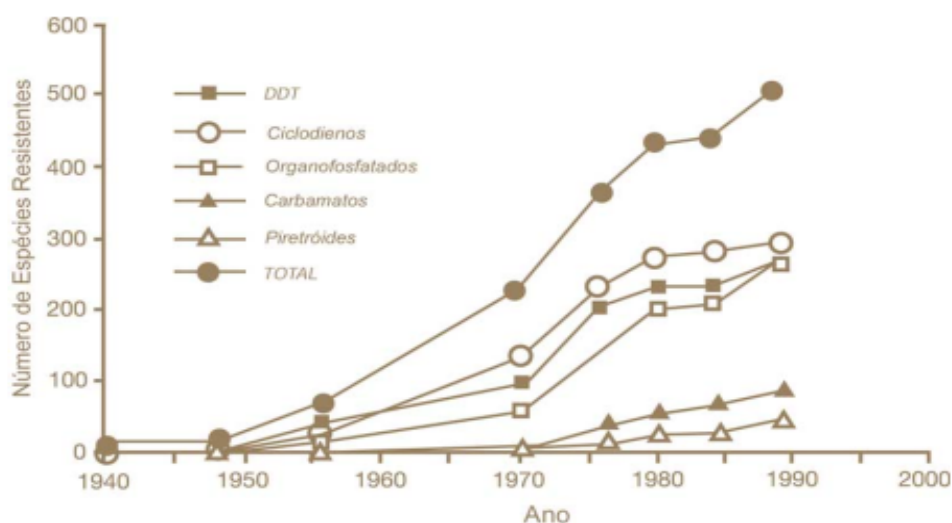
nas. Esta idéia é conhecida como a "hipótese multi-regional".

A hipótese multi-regional foi contestada por alguns geneticistas que propuseram, em vez disso, que o homem anatomicamente moderno tenha evoluído inicialmente na África e se difundido depois pela Europa e Ásia, substituindo os humanos arcaicos sem que houvesse reprodução cruzada entre eles.¹ Segundo esta hipótese da "origem africana", as populações humanas arcaicas da Europa e da Ásia teriam legado poucos genes, se é que deixaram algum, às populações de hoje. Esta hipótese baseia-se em estudos sobre a variação na seqüência de certos genes, como os genes mitocondriais, de populações humanas de todo o mundo. Esses genes mostram que as seqüências de DNA de populações diferentes são mais semelhantes do que seria de se esperar, caso elas tivessem acumulado mutações diferentes durante 300.000 anos ou mais. Além disso, as seqüências das populações africanas diferem mais entre si do que as seqüências dos europeus, asiáticos e índios americanos — o que pode indicar que as populações africanas são mais antigas e tiveram mais tempo para acumular diferenças mutacionais entre seus genes.

As análises destes genes sugerem que o homem moderno se difundiu a partir da África há cerca de 150.000 a 160.000 anos. Se isso for verdade, todos os seres humanos têm um parentesco mais próximo entre si, sendo descendentes de ancestrais comuns mais recentes do que se pensava anteriormente. Assim mesmo, alguns genes apresentam um quadro diferente. Nesses casos, a quantidade de variação de seqüências de DNA entre cópias de genes é maior nas populações asiáticas do que nas africanas e as diferenças entre as populações são suficientemente grandes para sugerir que elas tenham divergido há mais de 200.000 anos — antes do aparecimento de seres humanos anatomicamente modernos no registro fóssil. Embora muitos dos pesquisadores neste campo estejam se inclinndo para a hipótese da "origem africana", a questão ainda não está resolvida e haverá necessidade de maior número de dados, antes que se possa chegar a uma conclusão segura sobre a origem do homem moderno.

¹R.L. Cann et al., *Nature* 325:31-36 (1987); D.B. Goldstein et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 92:6723-6727 (1995); N. Takahata, *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 26:343-372 (1995); R.M. Harding et al., *Am. J. Hum. Genet.* 60:772-789 (1997).

ANEXO D - TEXTO: PRAGAS DE INSETOS: RESISTÊNCIA E CONTROLE



Aumentos dos números de espécies de pragas resistentes às principais classes de inseticidas. (De R.L. Metcalf em: R.L. Metcalf e W.H. Luckman (eds.), *Introduction to Insect Pest Management*, 3ª edição, p. 251, Copyright 1994 de John Wiley and Sons, N.Y.)

Pragas de Insetos: Resistência e Controle

Douglas J. Futuyma

State University of New York at Stony Brook

A Evolução é um processo dinâmico, contínuo, que pode ter um impacto direto e importante sobre o bem-estar humano. A evolução da resistência a inseticidas em espécies de insetos que constituem pragas e em outros artrópodes oferece um exemplo espetacular deste fato.¹

Desde a II Guerra Mundial, vêm sendo usados inseticidas sintéticos para o controle de insetos e ácaros que causam perdas imensas de safras e, por serem vetores de malária e outras doenças, representam grandes ameaças à saúde pública. Entretanto, muitos programas de controle químico estão fracassando ou já fracassaram, porque as espécies que constituem pragas desenvolveram resistência.

Mais de 500 espécies desenvolveram resistência a pelo menos um inseticida. Atualmente, muitas espécies que constituem pragas são resistentes a todos, ou quase todos, os inseticidas disponíveis. Além disso, algumas espécies que eram incomuns tornaram-se pragas sérias porque o uso de inseticidas extinguiu os seus inimigos naturais. À medida que os insetos foram se tornando mais resistentes, os agricultores foram aplicando níveis cada vez mais altos de inseticidas às suas plantações, a tal ponto que, atualmente, são aplicadas, nos Estados Unidos, mais de 500.000 toneladas por ano. A resistência tornou necessário o desenvolvimento de novos inseticidas, cada um deles a um custo médio de 8 a 10 anos e 20 a 40 milhões de dólares norte-americanos em pesquisa e desenvolvimento. Portanto, a evolução dos insetos impôs um enorme ônus econômico (cerca de 118 milhões de dólares US, somente nos Estados Unidos) e um ônus ambiental crescente, pelas substâncias químicas que podem colocar em perigo a saúde humana e os ecossistemas naturais.

A resistência dos insetos evolui rapidamente, porque a seleção natural aumenta as mutações raras que não são vantajosas em condições normais, mas casualmente conferem proteção contra substâncias químicas danosas. Entomólogos com formação em Genética Evolutiva desenvolveram estratégias para retardar a evolução da resistência. A estratégia mais eficaz, baseada tanto em modelos evolutivos como em provas, é de fornecer à espécie que constitui praga "refúgios" livres de pesticidas, nos quais os genótipos suscetíveis possam se reproduzir, impedindo desta forma que os genótipos resistentes dominem o ambiente. A estratégia oposta, que intuitivamente parece atraente – de tentar arrasar a população de insetos com "bombardeio de saturação" – simplesmente acelera a evolução da resistência porque aumenta a força da seleção natural.

Embora a evolução da resistência possa ser retardada, na maioria dos casos ela provavelmente é inevitável. Por isso, as estratégias modernas de controle de pragas combinam pesticidas com outras táticas. Por exemplo, ácaros em pomares de amendoeiras têm sido controlados pela aplicação tanto de um pesticida como de ácaros predadores, selecionados em laboratório pela resistência a pesticidas. Foram desenvolvidas variedades de plantações geneticamente resistentes a certos insetos, usando-se tanto métodos tradicionais de seleção, como engenharia genética. Por exemplo, foram produzidas por engenharia genética linhagens de várias plantações que possuem um gene bacteriano para uma proteína (toxina Bt) que é tóxica para certos insetos. Muitas vezes, as variedades de plantas resistentes a pragas foram economicamente muito lucrativas, mas a história mostrou que, quando seu plantio se generaliza, a praga de insetos acaba desenvolvendo a capacidade de atacá-las, fazendo com que tenham de ser desenvolvidas novas linhagens genéticas, às quais a praga ainda não esteja adaptada. Pelo menos uma espécie que constitui praga, a traça-das-crucíferas, já se adaptou à toxina Bt. Assim, a "corrida armamentista" entre a evolução dos insetos e a engenhosidade humana representa um desafio permanente.

¹ National Academy of Sciences (ed.), *Pesticide resistance: Strategies and tactics for management* (National Academy Press, Washington, D.C., 1986); R.L. Metcalf and W. H. Luckmann (eds.), *Introduction to insect pest management*, 3rd edition (Wiley, New York, 1994); R.T. Roush and B.E. Tabashnik (eds.), *Pesticide resistance in arthropods* (Chapman and Hall, New York, 1990); B.E. Tabashnik, *Annu. Rev. Entomol.* 39:47-79 (1994); A.L. Knight and G.W. Norton, *Annu. Rev. Entomol.* 34:293-313 (1989).