

**EDUCAÇÃO CTS E GENÉTICA. ELEMENTOS PARA A SALA DE AULA:
POTENCIALIDADES E DESAFIOS***STS Education and Genetics. Elements for the classroom: potential and challenges***Grasielle Pereira Sousa**¹ [grasipsousa@hotmail.com]**Paulo Marcelo Marini Teixeira** [paulommt@hotmail.com]

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

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

Campus Universitário – Jequié/BA

Rua José Moreira Sobrinho, s/n – Jequiezinho, Jequié – BA

RESUMO

Com base no desenvolvimento de uma experiência de ensino e aprendizagem, o artigo analisa a aplicação do *Enfoque CTS* em aulas de Biologia dedicadas a conteúdos de Genética. A pesquisa fundamentou-se nas abordagens qualitativas de investigação educacional, configurando-se dentro da modalidade de *pesquisa de intervenção*. O projeto foi realizado em uma escola pública localizada no município de Jequié/BA, envolvendo 19 alunos, integrantes de uma turma regular de 3º ano do ensino médio. Os dados foram coletados ao longo de todo o processo, com a utilização dos seguintes métodos e técnicas: i) observação participante, ii) coleta do material textual produzido pelos alunos; iii) aplicação de questionário; iv) fotografias; v) grupo focal; vi) dados obtidos por meio do controle da frequência dos estudantes, vii) entrevista com a professora da turma. Para amparar o processo de análise lançamos mão das seguintes categorias: i) articulação da tríade CTS e aspectos sobre a natureza da ciência; ii) metodologia e recursos didáticos; iii) percepções dos alunos sobre o processo de ensino-aprendizagem; iv) percepções da professora da turma sobre o processo desenvolvido; v) percepções da professora/pesquisadora sobre o trabalho realizado. Ao final do trabalho, inferimos que a proposta realizada ofereceu significativa contribuição para subsidiar mudanças nos processos de ensino e aprendizagem, em função de aspectos como o enriquecimento dos temas estudados para além da dimensão conceitual, com a adoção de uma abordagem contextualizada dos conteúdos, a diversidade de estratégias e recursos didáticos empregados, e a intensificação da interação entre professores e alunos, com a construção de uma “atmosfera” de ensino e aprendizagem mais dialógica. De forma geral, a análise dos dados obtidos na pesquisa permitiu a identificação de limites e possibilidades relacionados à utilização do *Enfoque CTS* no ensino de Biologia.

Palavras-chave: Educação Científica; Ensino de Biologia; Genética.**ABSTRACT**

Based on the development of an experience of teaching-learning, the article analyzes the application of the STS education in Biology classes dedicated to the contents of Genetics. The fundamentals of the research were based on qualitative approaches of educational investigation, representing the inside of a modality of interventional research. The project was conducted in a public school located in the Municipality of Jequié/BA, involving 19 students, permanent members in the 3rd year of high school. The data was collected throughout the process, with the utilization of the following methods and techniques: i) participant observation; ii) gathering of text material produced by the students; iii) application of survey;

¹ Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (PPG-ECFP/UESB). Bolsista: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

iv) photographs; v) focus group; vi) data obtained by methods of controlling the student's frequency; vii) interview with the student's teacher. To support the analysis process we utilized the following categories: i) articulation of the triad STS study and aspects about the nature of the science; ii) methodology and didactic resources; iii) students' perceptions on the teaching-learning process developed; iv) teachers'/researchers' perceptions on the process; v) perception of the students' teacher on the process developed. At the end of the project, we concluded that the intended experiment offered a significant contribution to subsidized changes in teaching-learning in regard to the aspect of enrichment of the topics studied beyond the conceptual dimension, with the adoption of the contextual approach of the contents, the diversity of strategies, didactic resources, and the intensification of the interaction between professors and students, with the building of a dialogical perspective of teaching-learning. In general, the analysis of the data obtained in the research allowed the identification of limitations and possibilities related to the utilization of the STS education in Biology teaching.

Key-words: STS Education; Biology Teaching; Genetics.

1. Introdução

Na atualidade, parece truísmo asseverar que Ciência e Tecnologia possuem uma dimensão social com profundas repercussões econômicas, políticas e culturais (García, Cerezo & López, 2000). Nesse sentido, é fundamental que os cidadãos tenham formação sólida no campo da cultura científica. Com efeito, consideramos a educação científica como instrumento fundamental para a construção da cidadania (Fourez, 1997; Acevedo Díaz, 2004; Cachapuz et al., 2005).

Entretanto, constatamos que o ensino de Ciências, em muitos casos, ainda é desenvolvido de forma tradicional. Presenciamos a prevalência de um ensino ministrado de uma forma excessivamente descritiva, livresca, com ênfase apenas nos aspectos conceituais e na memorização de algoritmos, nomenclaturas e terminologias, conteúdos descontextualizados e sem vinculação com a análise de questões sócio-científicas (Santos, 1999; Teixeira, 2003a; Krasilchik, 2004; Santos, 2007; Lima & Teixeira, 2011).

Daí nasceu a ideia de construir propostas educacionais para amenizar as precariedades do processo de ensino-aprendizagem nessa área. Neste sentido, defendemos que a implantação do *Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade*, cuja sigla é *CTS*,² nas aulas de Ciências/Biologia poderia contribuir para efetivação de um ensino de natureza mais reflexiva, proporcionando instrumentos para a construção de uma educação científica comprometida efetivamente com a instrumentalização para a cidadania.

O presente trabalho descreve e analisa dados obtidos por meio de uma pesquisa de intervenção, desenvolvida com o objetivo de identificar potencialidades, limites e desafios a

² Há diversas formas para tratarmos da abordagem das relações CTS no contexto da pesquisa em Educação Científica. Strieder (2012) caracteriza as principais abordagens CTS nos seguintes termos: o "*Movimento CTS*" se refere às discussões CTS em contexto mais amplo, reflexo do desenvolvimento de estudos acadêmicos e movimentos sociais; o "*Enfoque CTS*" está relacionado às repercussões do Movimento CTS no contexto educacional; a "*Abordagem CTS*" se refere à diversidade de formas para discutir as relações CTS no contexto da Educação Científica.

envolver a aplicação do *Enfoque C.T.S.* em aulas de Biologia no Ensino Médio dedicadas a conteúdos de Genética. Como objetivos específicos definiram-se os seguintes itens: i) planejar uma sequência didática (SD) para ser aplicada durante as aulas de Genética, tomando por base os referenciais do *Enfoque CTS*; ii) desenvolver essa intervenção didática; iii) avaliar as implicações da aplicação dessa SD em termos de ensino-aprendizagem dos conteúdos científicos e das questões sociocientíficas envolvidas no processo.

2. Delineamento Metodológico

A pesquisa foi baseada em abordagem de caráter qualitativo. Mais precisamente, desenvolvemos uma pesquisa de intervenção, isto é, “uma pesquisa sobre a ação quando se trata de estudá-la para compreendê-la e explicar seus efeitos” (Chizzotti, 2006, p. 80). Os participantes envolvidos foram 19 estudantes concluintes do ensino médio, a professora da turma e a professora pesquisadora. A instituição escolar onde desenvolvemos as atividades foi selecionada devido às suas características, posicionada entre as principais escolas de pequeno porte do município de Jequié/BA e oferecendo o ensino médio, incluindo aulas de Biologia e os conteúdos de Genética, focalizados no âmbito desta investigação.

O desenvolvimento da proposta de intervenção se efetivou por meio da utilização de uma sequência didática (SD), isto é, um conjunto de atividades (aulas) planejadas para o ensino de Genética, obedecendo algumas das diretrizes difundidas pelo *Enfoque CTS*, sobretudo no que diz respeito a modificações na proposta curricular, no sentido de integrar educação científica, tecnológica e social (Santos, 2007) e na dinâmica metodológica adotada, procurando desenvolver um processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, dialógico e participativo (Teixeira, 2003b). A SD desenvolvida se caracterizou como algo próximo a categoria de ensino “CTS 4” proposta por Aikenhead (1994), isto é, a seleção do conteúdo científico ainda foi concebida a partir de uma disciplina clássica, em nosso caso, partimos dos conteúdos de Genética que fazem parte da disciplina escolar Biologia. Entretanto, os temas de CTS foram utilizados para organizar [esse] conteúdo. Assim, a SD foi elaborada abarcando conteúdos de Genética, combinados com questões sociocientíficas e tecnológicas e elementos de História e Filosofia da Ciência. Os temas sócio-científicos abordados foram os seguintes: clonagem, células-tronco, organismos geneticamente modificados (OGMs), genética e saúde.

Desenvolvemos a intervenção no “*Colégio Estadual Maria José de Lima Silveira*”, localizado no município de Jequié/BA, durante dois bimestres escolares, compreendendo o período de 25 de maio a 10 de setembro de 2012, com carga horária de 50 horas, distribuídas ao longo de 22 encontros. A construção dos dados para a investigação se deu pela utilização dos seguintes métodos e técnicas de pesquisa: i) observação participante; ii) recolha do material produzido pelos educandos (atividades escritas, textos, atividades em grupo, etc.); iii) questionário aplicado junto aos alunos participantes da pesquisa; iv) grupo focal, para coleta de depoimentos de alguns alunos: o grupo focal foi composto por seis educandos, tendo como critério de escolha dos alunos, a disponibilidade dos mesmos para participar da atividade; v) dados obtidos por meio do controle da frequência dos estudantes; vi) entrevista com a professora regente da turma.

A análise dos dados foi baseada nas seguintes categorias: i) articulação da tríade CTS e reflexões sobre a natureza da ciência; ii) metodologia e recursos didáticos empregados; iii) perspectivas dos alunos; iv) perspectiva da professora regente sobre o processo desenvolvido; v) perspectiva da professora/pesquisadora sobre o processo de ensino-aprendizagem desenvolvido.

3. Resultados: descrição da Sequência Didática e análises dos dados

Apresentaremos agora, entre outros detalhes, uma breve descrição das atividades realizadas durante os encontros desenvolvidos ao longo da SD. Posteriormente, partiremos para a análise dos resultados obtidos na intervenção com base nas categorias mencionadas na seção anterior.

3.1 - Apresentação da Sequência Didática:

Para propiciar ao leitor um panorama geral das atividades realizadas durante a SD, no quadro abaixo, descrevemos resumidamente os encontros desenvolvidos ao longo de toda a intervenção, com a explicitação de detalhes sobre as temáticas desenvolvidas a cada encontro, e também sobre atividades e procedimentos didáticos empregados dentro da dinâmica metodológica adotada para a proposta.

Quadro 1 – Descrição das atividades desenvolvidas a cada encontro durante a SD.

| ENC. | DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES | ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS |
|------|---|---|
| 1º | - Apresentação da proposta de pesquisa e do projeto da SD aos participantes; - Leitura e discussão do termo de consentimento livre esclarecido; - Vídeo: DNA: a promessa e o preço | - Exposição dialogada; projeção de vídeo; discussões; construção de resumo crítico s/ o conteúdo do vídeo |
| 2º | - Reapresentação do vídeo: DNA a promessa e o preço; - Discussão de textos: Fertilização in vitro; Projeto Genoma; DNA em testes de paternidade; alimentos transgênicos; - Conexões das questões sociocientíficas abordadas com a Genética. | - Projeção de vídeo e discussão coletiva (processo de retomada); - Leitura em grupo e processo de discussão |
| 3º | - Tempestade de ideias: alguns conceitos genéticos; - História da Ciência: histórico sobre o surgimento da Genética; - 1º Lei de Mendel | - Dinâmica de grupo; - Exposição dialogada (powerpoint e animações) |
| 4º | - Continuação dos estudos sobre alguns conceitos básicos em Genética. - 2º Lei de Mendel | - Exposição dialogada (powerpoint e animações) |
| 5º | - Vídeo: “Super Humanos” (Discovery Channel): mutações genéticas; - Engenharia genética; melhoramento genético; OGMs: implicações das pesquisas envolvendo manipulação genética para a sociedade; | - Projeção de vídeo e discussão coletiva sobre o conteúdo do mesmo; - Processo de discussão; - Lista de exercícios. |
| 6º | - Atividade avaliativa: resenha crítica sobre o texto “Aplicações da Genética: riscos e promessas”; | - Dinâmica de avaliação |
| 7º | - História e Filosofia da Ciência: discutindo aspectos sobre a natureza da ciência. - Estudo do texto: História das Leis de Mendel na perspectiva Fleckiana; - Tempestade de ideias: ciência, cientistas, construção de conhecimento científico; implicações da ciência para a sociedade | - Exposição dialogada (slides em powerpoint e animações); - Dinâmica de grupo; processo de discussão. |
| 8º | - Avaliação | - Aplicação de prova |
| 9º | - 2º Lei de Mendel: Lei da Segregação Independente e teoria cromossômica da herança; - Desenvolvimento e avanços da Citologia (ciência/tecnologia) no século XIX | - Exposição dialogada |
| 10º | - Continuação da aula anterior: epistasia, herança quantitativa e poligênica. - Atividade: exercícios | - Exposição dialogada; - Lista de Exercícios |
| 11º | - Biotecnologia: clonagem, terapia gênica, OGMs; - Vídeo: reportagem extraída da “Rede Globo” sobre mosquitos transmissores do vírus da dengue modificados geneticamente (Juazeiro/BA); - Estudo do texto: “Argumentos falaciosos que camuflam os OGMs”. | - Exposição dialogada com apoio de projeção de slides; demonstração de produtos produzidos com base em OGMs; projeção de vídeo e discussão; - Leitura e discussão coletiva de texto. |
| 12º | - Vídeo: tecnologias e produção de OGMs: fatores éticos, políticos e sociais; - Juri simulado | - Projeção de vídeo e processo de discussão coletiva sobre o seu conteúdo; dinâmica de juri simulado |

| | | |
|-----|--|---|
| 13º | - Discussão sobre aspectos da natureza da ciência; - Apresentação do Laboratório de Biologia (UESB) e aula prática: células animais e vegetais | - Processo de discussão; - Visita ao Laboratório de Biologia da UESB; aula prática |
| 14º | - Correção de exercícios (2º Lei de Mendel) | - Correção coletiva dos exercícios |
| 15º | - Natureza da ciência: estudo do texto “Visões de ciências e sobre cientistas entre estudantes do Ensino Médio” | - Dinâmica: “colcha de retalhos” e discussão coletiva do texto |
| 16º | - Genética relacionada ao sexo e ligação gênica | - Exposição dialogada com projeção de slides; resoluções de questões e problemas |
| 17º | - Visita ao Laboratório de Genética (UESB): natureza da ciência; bate-papo com pesquisadores geneticistas. | - Visita orientada ao Laboratório de Genética: contato com geneticistas e suas pesquisas |
| 18º | - Debate sobre questões éticas em torno das pesquisas na área de clonagem humana; - Vídeos: pesquisas com células embrionárias; clonagem terapêutica e reprodutiva | - Exposição dialogada com projeção de slides; leitura de textos em grupo; - Projeção de vídeo seguida de discussão |
| 19º | - Visita: APAE: Associação de Pais e Amigos de Excepcionais | - Visita orientada e discussão |
| 20º | - Células-Tronco; textos: pesquisas e utilização de células-tronco; - Vídeo: tratamento de doenças humanas - Juri simulado: a questão da utilização de embriões e células-tronco nas pesquisas genéticas | - Projeção de vídeo e discussão coletiva; exposição dialogada com projeção de slides; leitura em grupo e discussão; simulação de júri |
| 21º | Filme “Gattaca” | - Projeção do filme e discussão coletiva |
| 22º | Avaliação do projeto e encerramento Distribuição dos jornais produzidos pelos alunos | - Dinâmica de avaliação |

Legenda: ENC.: Encontros.

3.2 – Discussão dos Resultados:

3.2.1 - Articulação da tríade CTS e reflexões sobre a Natureza da Ciência:

Com essa categoria objetivamos analisar a articulação da tríade CTS durante o desenvolvimento do programa definido para a SD. Em relação a esse processo de articulação, segundo a literatura relativa ao *Enfoque CTS*, os conteúdos de Ciências deveriam ser abordados no contexto do seu meio tecnológico e social, isto é, os conteúdos científicos e tecnológicos devem ser estudados juntamente com a discussão de aspectos históricos, epistemológicos, filosóficos, éticos, políticos e socioeconômicos (Teixeira, 2003a; Santos, 1999; Strider, 2008). É importante frisar que esse tipo proposta não propõe a desvalorização do ensino dos conteúdos científicos definidos pelo currículo tradicional de Biologia, pois esses aspectos continuam sendo estudados, mas, em função de questões examinadas pelo coletivo da classe (Teixeira, 2003b; Acevedo Díaz, 2004).

Em nosso caso, propomos o estudo dos conteúdos de Genética em conjunto com a análise de temas sociocientíficos relacionados aos interesses, experiências e saberes dos alunos (veja-se Quadro 1). Para isso, utilizamos os seguintes temas sociocientíficos como desencadeadores da proposta de ensino: genética e saúde, produção e uso de *Organismos Geneticamente Modificados* (OGMs), Clonagem, Células-Tronco, etc.

O esquema abaixo (Figura 1) procura ilustrar de maneira esquematizada os aspectos trabalhados segundo as três dimensões CTS e a forma como realizamos a articulação da tríade CTS durante o desenvolvimento da SD.

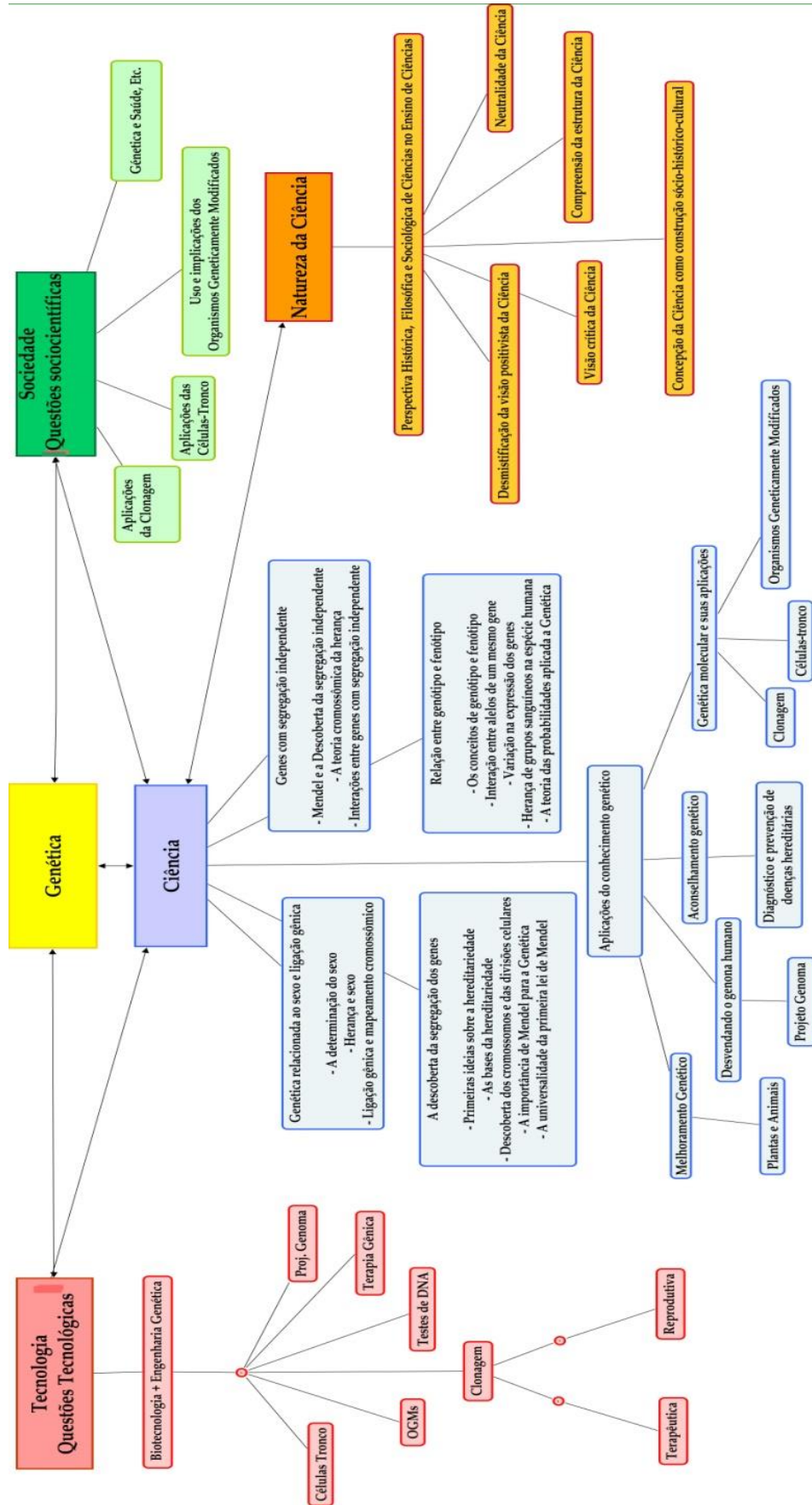


Figura 1: Inter-relações CTS estudadas durante a sequência didática.

Observando a Figura 1 podemos notar que ao implementarmos a SD, conseguimos articular as três instâncias características do ensino CTS, ou seja, abordamos os conteúdos de Biologia (Genética) no seu contexto tecnológico e social, sempre lançando mão do estudo concomitante dos conteúdos científicos e tecnológicos com as discussões de aspectos históricos, filosóficos, éticos, políticos e socioeconômicos. Para isso, abordamos os assuntos específicos de Genética em conjunto com discussões de temáticas de interesse social e de aspectos e questões tecnológicas envolvidos na construção e aplicação dos conhecimentos genéticos (Biotecnologia e Engenharia Genética, Células-Tronco, OGMs, Projeto Genoma, Terapia Gênica e Testes de DNA, etc.). Essas discussões nos possibilitaram, não somente articular a tríade CTS, mas, também, conforme orienta a literatura CTS (Acevedo Díaz, 2004), contribuir para a construção de conhecimentos mais amplos por parte dos educandos, considerando tanto a parte conceitual quanto às referentes à formação crítica dos estudantes. Em alguns depoimentos, os estudantes demonstraram reconhecer esse trabalho de articulação da tríade CTS desenvolvido durante a SD:

“(...) assim, a Ciência e Tecnologia estão no nosso dia a dia, como a gente discutiu na aula, os cientistas e ninguém né? Muitas vezes, não fala se a clonagem é ruim, se os alimentos transgênicos podem causar doenças; só mostra o que é bom. Então a gente tem que entender que esses assuntos da Ciência e Tecnologia estão na nossa vida e temos que conhecer sobre isso para decidir se a gente quer usar ou não né?” (aluno 6)

“(...) consegui relacionar os assuntos da genética com a tecnologia e a sociedade, porque como falava mesmo e tal, a genética, essa onda de clone mesmo que pra muitas pessoas é um bicho de sete cabeças, mas agora, depois dessas aulas, a gente entendeu que não é uma coisa assim tão perplexa (sic!) que nem o povo pensa e faz parte da nossa vida né? É..., sobre alimentos transgênicos também que todo mundo pensa que é uma coisa ruim, mas tá no cotidiano de todo mundo. Às vezes as pessoas até consomem sem saber. Então é uma coisa que ficou bem fácil pra gente entender depois das aulas; e também pra gente saber o que deve fazer, assim, por exemplo, eu agora vou procurar os alimentos que tiverem o “tezinho”³ na embalagem, se tiver eu não quero não (risos)” (aluno 3).

(Depoimentos obtidos no grupo focal)

Ao trazer questões de relevância social e de alguma forma vinculadas à realidade dos alunos, possibilitamos momentos de discussão e interação, constituição de novos conhecimentos, de novas práticas e de valores democráticos. Para complementar os dados sobre a articulação da tríade CTS durante a SD, o gráfico abaixo (Gráfico 1) apresenta a dinâmica de prevalência das diferentes instâncias CTS a cada encontro realizado durante a SD.

³ Aqui o aluno está se referindo ao símbolo para alimentos produzidos a partir de OGMs. Segundo legislação federal, ele deve estar presente nas embalagens dos produtos e ingredientes para que o consumidor possa identificá-lo.

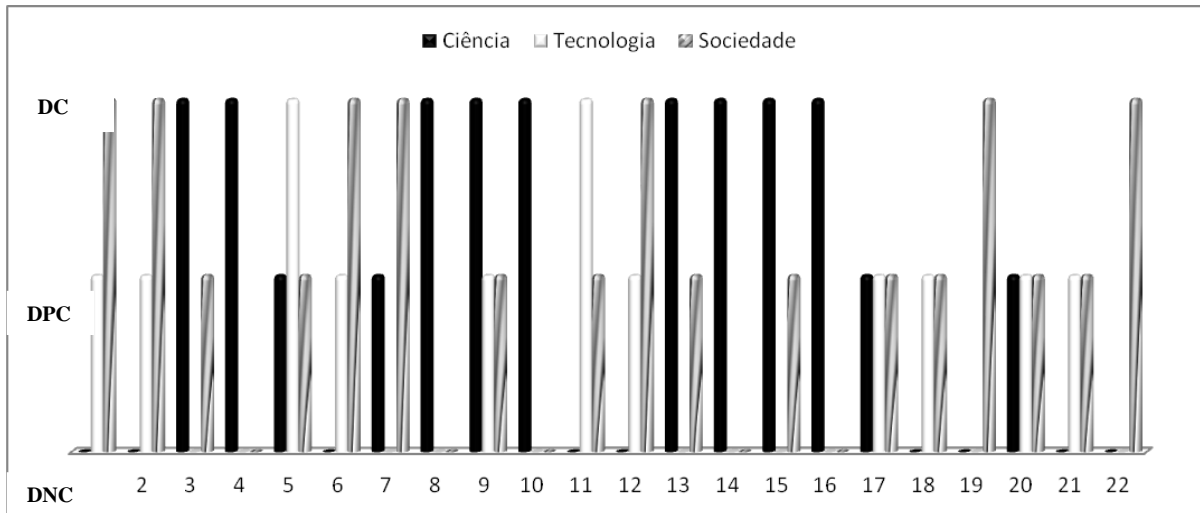


Gráfico 1 – Variação da abordagem das dimensões da tríade CTS ao longo da SD⁴.

O Gráfico 1 é um instrumento elaborado ainda de forma provisória para tentar avaliar a oscilação das três dimensões CTS ao longo da SD; ele será aprimorado posteriormente, mas mesmo assim, já nos permite observar a estrutura geral da SD. Além disso, é possível notar que nos 22 encontros desenvolvidos houve variações na ênfase atribuída a cada dimensão da tríade CTS.

Quando as colunas que representam cada dimensão (C-T-S) atingem o limite superior significa que, naquele determinado momento, ênfase foi atribuída àquela determinada dimensão. É o caso da dimensão “sociedade” (colunas hachuradas) no primeiro e segundo encontros. Como propusemos no primeiro momento apresentar aos alunos questões sociais que tinham conexões com a Genética, essa foi uma dimensão muito explorada nos primeiros contatos com os estudantes. As questões tecnológicas (dimensão da “tecnologia”: colunas brancas) também apareceram no primeiro encontro, mas com menor ênfase, sendo abordadas em caráter ilustrativo, enquanto que a dimensão conceitual da “ciência” (colunas pretas) não foi explorada neste momento inicial da SD e, por isso, a respectiva coluna não aparece para o 1º encontro. O gráfico tem que ser interpretado dentro dessa dinâmica.

Examinando o gráfico percebemos que na maior parte das aulas conseguimos criar momentos de discussão inter-relacionando aspectos científicos, tecnológicos e sociais concomitantemente (15 encontros ou \cong 68% da SD).

Podemos observar que durante nove encontros (3º, 4º, 8º, 9º, 10º, 13º, 14º, 15º e 16º) houve a prevalência de estudos voltados para conteúdos científicos; em sete deles ocorreram discussões com maior ênfase nos aspectos sociais (1º, 2º, 6º, 7º, 12º, 19º e 22º); e finalmente, em dois encontros, observamos a prevalência de discussões sobre questões tecnológicas (5º e

⁴ Para a construção do gráfico utilizamos os seguintes parâmetros fixados no eixo vertical: Dimensão Contemplada no Encontro (DC): quando a dimensão foi estudada com ênfase naquele encontro (gráfico no topo); Dimensão Contemplada Parcialmente (DPC): quando discutimos parcialmente sobre determinada dimensão (gráfico no meio); Dimensão Não Contemplada (DNC): quando a dimensão não foi abordada naquele encontro (gráfico alinhado com o eixo horizontal).

11º). Por fim, em cinco dos encontros desenvolvidos, discutimos com igual ênfase os aspectos sociais e tecnocientíficos (9º, 17º, 18º, 20º, 21º).

Parece-nos que o gráfico é um bom indicador para avaliarmos a organização programática da SD, mostrando por um lado, que é difícil conseguir trabalhar o tempo todo atribuindo igual peso de tratamento para as três dimensões da tríade CTS. Por outro lado, é possível verificar que a tríade é contemplada ao longo da SD, confirmando que construímos aulas que, em seu conjunto, inter-relacionaram questões científicas, tecnológicas e sociais, como defende a literatura vinculada à educação CTS (Santos, 1999; Teixeira, 2003a, Acevedo Díaz, 2004; Santos, 2007).

Em se tratando da aprendizagem dos estudantes, podemos afirmar que a partir da articulação da tríade CTS, os alunos entraram em contato com uma série de conteúdos, construíram reflexões críticas sobre diversos assuntos, discutiram diferentes argumentos sobre questões controversas, ampliaram seus conhecimentos conceituais e puderam tomar algumas decisões conscientes frente a alguns desafios impostos pela contemporaneidade. Alguns depoimentos recolhidos durante o grupo focal ratificam tal afirmação:

“Agora a gente conseguiu entender como a Ciência e a Tecnologia fazem parte do nosso cotidiano. Antes a gente via os conteúdos de Genética e achava muito difícil e parecia que tava muito distante, hoje não, (...), hoje a gente sabe (...) que esses conhecimentos interferem na nossa vida. Assim, por exemplo, agora a gente sabe que nem tudo que é produzido pela Ciência é bom. Tem coisa boas e ruins, né? Assim, a gente “come” muito alimento transgênico mas... até as aulas da senhora eu não sabia nem o que era essas coisas, agora não, agora eu posso, (...), escolher se quero ou não comer, porque eu já sei dos riscos que isso traz. A ciência ficou mais fácil de aprender (...)” (aluno 6)

“Consegui relacionar a Ciência, Tecnologia e Sociedade (...)! Agora assim, eu tenho uma ideia assim de como é, como a Tecnologia é usada na Ciência, a gente teve experiências de ter contato com instrumentos tecnológicos nas nossas visitas na UESB, é foram muito assim, acrescentou bastante no meu conhecimento. E também assim, me ajudou a relacionar esses três temas é, Ciência, Tecnologia e Sociedade e também a me policiar né, no que eu iria fazer também, no caso dos avanços científicos e tecnológicos, a gente tem que olhar pra tudo com visão crítica, tem sempre os interesses né, nem tudo que a Ciência e Tecnologia faz é pro nosso bem, as vezes traz uma série de problemas”. (aluno 1)

(Depoimentos recolhidos na entrevista)

Um item a merecer destaque está relacionado à ressignificação do conhecimento por parte dos estudantes, no que diz respeito à tecnologia. No início de nossos trabalhos, os educandos explicitaram um conhecimento esparso sobre aspectos vinculados à produção tecnológica e sua relação com a atividade científica, quando definiram tecnologia como sendo uma espécie de mera aplicação da ciência. Tal ideia parece estar relacionada à constatação de Garcia, Cerezo & López (2000) quando os autores assinalam que não é surpreendente a imagem simplista que usualmente as pessoas associam à tecnologia, vista unicamente como ciência aplicada à construção de artefatos, ou mesmo simplesmente como identificada a tais artefatos. O trabalho de Fernández et al. (2003) também aponta que as relações entre ciência e tecnologia são pouco compreendidas pelos estudantes e professores: eles sustentam percepções ingênuas e simplistas em relação às articulações ciência-tecnologia. Nas

percepções dos alunos participantes de nosso projeto, os elementos tecnológicos serviam apenas para materializar os avanços científicos. Entretanto, ao realizarmos o trabalho de articulação CTS, procuramos apresentar aos alunos uma compreensão mais ampla referente à temática abordada: a ideia foi demonstrar aos estudantes que ciência e tecnologia se configuram como empreendimentos humanos, com identidade própria, “específicas e distintas, embora indissociáveis, pois assim como a ciência e a tecnologia evoluíram, também suas imbricações foram gradativamente se complexificando, obscurecendo a demarcação entre seus elementos” (Ricardo, Custódio & Rezende Jr, 2007, p. 139). Na atualidade “ciência e técnica realmente se uniram por laços indissolúveis” (Granger, 1994).

Esse trabalho de ressignificação dos saberes dos estudantes sobre a tecnologia e suas relações com o conhecimento científico pode ser notado em diversos encontros, mas elegemos como exemplo ilustrativo as discussões realizadas no 11º encontro. Neste momento o tema em estudo foi “biotecnologia”, com destaque para as discussões sobre a engenharia genética. Nessa ocasião apresentamos para os alunos alguns estudos e produções de materiais oriundos de trabalhos tecnológicos (técnicas utilizadas para identificar, isolar e multiplicar os genes dos mais diversos organismos, engenharia genética, bioengenharia, tecnologia do DNA recombinante, engenharia genética, etc.) os quais demonstram que a tecnologia, além de construir elementos/aparatos tecnológicos que auxiliam/complementam os estudos científicos, também produz conhecimentos essenciais para o desenvolvimento técnico-científico e social. Aliado a isso, ressaltamos a importância de compreendermos o funcionamento dos aparatos tecnológicos, as implicações sociais da ciência e tecnologia, de manejar os produtos científico-tecnológicos que estão em nossa volta e de desenvolver condições para entender que se estabelecem relações de interesse e de poder a respeito de seu uso (Ricardo, Custódio & Rezende Jr, 2007). Além disso, também oportunizamos aos estudantes revisitarem alguns assuntos estudados durante o ensino médio e aprenderem vários conteúdos de Genética.

Finalmente, podemos afirmar que a discussão de questões sociocientíficas de relevância social e próximas à realidade dos alunos estimulou a curiosidade e o engajamento deles nas atividades propostas, potencializando assim a aprendizagem e a emergência progressiva de uma cultura de participação durante as aulas (Teixeira, 2003a; Santos, 2005; Strider, 2008, 2012; Santos & Schnetzler, 1997; Santos & Mortimer, 2009; Silva, Oliveira & Queiroz, 2011).

Diante da necessidade de explorar os conhecimentos científicos sob um caráter mais abrangente, contemplando uma reflexão crítica sobre a relevância do papel desempenhado pela História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino e aprendizagem das Ciências, nos propomos a tratar também, nas aulas da SD, alguns aspectos históricos e filosóficos sobre a Ciência.

É pertinente dizer que, em consonância com as pesquisas nesse campo (Santos & Mortimer, 2000; Kosminsky & Giordan, 2002; Cachapuz et al., 2005; Moraes & Araújo, 2012), os alunos participantes do trabalho também apresentavam uma imagem ingênua e distorcida da ciência e dos cientistas, evidenciando uma visão essencialmente positiva da ciência (neutra, objetiva e imparcial), como sendo algo distante da sua realidade e inacessível às “pessoas comuns”. Eles demonstravam uma visão estereotipada dos cientistas, caracterizando-os como seres humanos solitários, geralmente do sexo masculino, sem tempo disponível para outros afazeres não relacionados à construção da ciência, dotados de grande inteligência, etc.

Durante as aulas dedicadas a tais discussões (7º, 13º, 15º encontros), estudamos diversos aspectos que vão além da natureza da investigação científica e do significado dos conceitos científicos como, por exemplo, as questões de natureza filosófica (Santos & Mortimer, 2000).

Considerando a visão positivista antes evidenciada pelos estudantes, verificamos que os mesmos apresentaram significativas evidências de que conseguiram construir reflexões críticas acerca do empreendimento científico, como demonstram alguns depoimentos explicitados a seguir:

“(...) mudou muito a visão que tinha da ciência. Assim, eu antigamente pensava que os cientistas eram pessoas muito inteligentes e só viviam estudando. Hoje não, hoje eu já sei que, como aqueles que a gente viu na UESB, são pessoas como a gente. Eles vieram de escola pública como a gente e se tornaram geneticistas. Agora eu sei que a ciência não tá longe da gente, tá no nosso cotidiano, dentro das nossas casas e que qualquer um, que queira estudar pode ser cientista. Também a gente tem que analisar, (...), o progresso da ciência e da tecnologia pra gente não ser manipulado pelos cientistas e fazerem o que eles querem. E como a gente viu, nem sempre o que eles querem é o melhor pra gente né professora? E também nem tudo que eles fazem é correto?” (aluno 4).

“Acho que é muito importante as discussões (...), porque a gente tem que construir a nossa visão crítica sobre a Ciência e a Tecnologia. Agora a gente aprendeu um monte de coisas sobre clonagem, células-tronco, os transgênicos e assim, é, assim, a gente pode expor a nossa opinião e escolher se a gente quer usar ou não essas coisas” (aluno 2).

“Eu aprendi muito sobre a ciência. O mais importante é que nem tudo que a ciência faz é bom pra todo mundo né? Tem coisa que é apenas para beneficiar algumas pessoas e outras sofrem com isso. Assim, (...), a gente tem que olhar a ciência com um olhar crítico e analisar os dois lados, o bom e ruim. Também tem muita coisa boa. Se não fosse a ciência e a tecnologia a gente não tinha muita coisa que a gente tem hoje né? Tipo assim, a saúde, a cura de doenças, essas coisas” (aluno 1).

(Depoimentos recolhidos na entrevista)

Podemos afirmar que a introdução do estudo de certos aspectos ligados à História, Sociologia e Filosofia das Ciências no ensino de Genética nos permitiu realizar discussões significativas sobre a natureza da ciência, fato que contribuiu para ajudar os estudantes a se motivarem para aprender os conteúdos científicos estudados na disciplina; despertar o desejo de também, futuramente, se tornarem cientistas; desenvolver a aprendizagem; construir uma visão mais realista sobre a ciência e aguçar neles a percepção sobre a ciência como uma atividade humana. Por outro lado, também pudemos auxiliar na compreensão dos conceitos fundamentais da disciplina e na formação de um espírito crítico dos educandos, fazendo com que o conhecimento científico seja desmitificado sem, entretanto, ser destituído de valor.

3.2.2 - Metodologia e recursos didáticos empregados:

Considerando que os recursos utilizados e as estratégias de ensino podem viabilizar a efetivação de uma aprendizagem ativa, interativa, dialógica e significativa, é fundamental o emprego de várias estratégias e recursos nas aulas, pois estes se constituem num meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, o *Enfoque CTS* é bastante multifacetado. Entretanto há uma concordância pela utilização de

métodos que estimulem a atividade e a iniciativa dos alunos, favoreçam o diálogo entre estudantes e professores, permitindo a apropriação crítica da cultura historicamente acumulada, levando em conta os interesses, o desenvolvimento psicológico e o ritmo de aprendizagem dos estudantes, sem perder de vista a sistematização lógica do conhecimento e a interação dos aspectos científicos, tecnológicos, éticos e sociais.

Como tática de inserção de propostas dessa natureza, utilizamos em nossa SD múltiplas estratégias e materiais didáticos, tais como: **i) estratégias didáticas:** aulas expositivas dialogadas, discussões, sessões para debate, dinâmicas de grupo, simulações, aulas práticas, visita a APAE e à Universidade e seus laboratórios de pesquisa, leituras e discussão, resolução de problemas, etc.; **ii) recursos didáticos:** diversas modalidades de textos, livro didático, internet, laboratórios e seus equipamentos, audiovisuais como vídeos, projetores, animações, apresentações em *powerpoint*, etc.

É sabido que a maioria das escolas públicas do nosso país ainda apresenta carência expressiva em relação a recursos didático-pedagógicos para apoiar o processo de ensino-aprendizagem, fato considerado como um dos principais entraves para a implementação do *Enfoque CTS* no ensino de Ciências no Brasil e em outras partes de mundo (Martins, 2002; Teixeira, 2003a). Entretanto, a escola escolhida para desenvolvermos a pesquisa de intervenção oferecia diversos desses materiais: computadores, aparelhos audiovisuais (TV pen drive, data show, aparelhos de som), livros didáticos para todos os alunos, acesso a internet, etc. Utilizamos todos eles sem nenhuma restrição ou impedimento por parte da administração e coordenação pedagógica do estabelecimento escolar.

Como esperado e defendido pela literatura especializada, a dinâmica metodológica e a diversidade de recursos didáticos utilizados nessa experiência ajudaram a manter bom nível de interesse e participação dos alunos nas atividades desenvolvidas, como evidenciam os seguintes depoimentos:

“(...) as aulas que tiveram foram interessantes, a gente interagiu muito com a professora, enfim teve filmes, teve os slides que passou tal, a gente foi lá pra UESB pra ter um estudo mais aprofundado e tal, essas coisas, uma aula mais prática, foi interessante assim, gostaria que tivesse mais, mas não pode né, aí tem que ser assim mesmo, mas foi uma aula muito boa mesmo, minha opinião é essa! [...] eu acho que as aulas foram bastante explicativas, a gente discutiu muito, teve debate, teve também os vídeos que a gente prestou bastante atenção e foi fácil de entender” (aluno 3).

“(...) as aulas de Biologia (...) foram muito produtivas, é, porque a gente não tinha antes é, assim, é dinâmicas, essas coisas assim, foram bem, bem descontraídas [...] É como eu falei, foi mais dinâmica, porque a gente não tinha na sala, que era só pegar e ler o assunto e tal, e, entender assim, a gente que tinha que ler, ela explicava entendeu? Mas não, não como a gente queria, no caso. É, as aulas são mais dinâmicas, usamos outros tipos de recursos, é, no caso, o data show, os microscópios na UESB, as aulas aqui também. A gente aprendeu assim, discutindo, perguntando, assistindo filmes e reportagens, se divertindo na sala” (aluno 5).

(Depoimentos recolhidos na entrevista)

É importante destacar que a interação alunos-professora/pesquisadora e aluno-aluno também foi bastante expressiva assim como o interesse pelas aulas. No que diz respeito à participação, esta foi mais intensa quando envolvia as discussões dos temas sociocientíficos e suas controvérsias e quando realizávamos os debates através da dinâmica do “júri-simulado”

(Encontros 12º e 20º). Até mesmo os estudantes que demonstravam algum nível de timidez, nesses momentos, manifestavam-se defendendo seu ponto de vista em relação aos temas abordados.

Corroborando com a literatura oriunda dos estudos CTS para o ensino de Ciências, verificamos que a adoção de temas envolvendo questões sociais relativas a ciência e a tecnologia, combinada com a dinâmica metodológica introduzida na SD, parece ser fundamental para superar a meta de uma aprendizagem de conceitos e teorias relacionados a conteúdos canônicos e abstratos e, auxiliar na formação de atitudes e valores (Santos, 1999; Teixeira, 2003a). A seguir apresentamos depoimento recolhido durante a entrevista que ilustra tal afirmação:

“acho que é muito importante as discussões como essas que a senhora discutiu aqui na sala, porque, é, como a senhora disse, a gente tem que construir a nossa visão crítica sobre a ciência e a tecnologia. Agora a gente aprendeu um monte de coisa sobre clonagem, células-tronco, os transgênicos e assim, é, assim, a gente pode expor a nossa opinião e escolher se a gente quer usar ou não essas coisas” (aluno 2).

Avaliando o trabalho realizado podemos inferir que a dinâmica metodológica utilizada nas aulas, produto da variação da utilização de estratégias e recursos didáticos ao longo dos diversos encontros, ajudou a estruturar um ambiente de ensino mais dialógico e interativo.

3.2.3 - Percepções dos alunos sobre o processo desenvolvido:

Neste caso, buscamos responder as seguintes questões: as aulas foram significativas para os alunos? Contribuíram para aumentar o envolvimento, a motivação, a aprendizagem e a autonomia dos estudantes?

Mediante a análise dos depoimentos dos estudantes, coletados nas entrevistas e outros momentos registrados no memorial descritivo, pudemos observar que a maioria deles percebe o projeto como uma metodologia de ensino diferenciada, pelo menos quando eles comparavam as aulas do projeto com as aulas tradicionais de Biologia, notando um processo mais interessante, dinâmico, participativo (interativo), dialógico, prazeroso e eficaz para a construção dos seus conhecimentos, como demonstram os excertos a seguir:

“Como eu já falei, a gente estudava Biologia só aqui na sala, a professora explicava somente os assuntos e escrevia no quadro. As aulas foram diferentes, a gente foi visitar a APAE, a UESB, viu mais sobre Genética, eu achei muita mais interessante, apesar que aqui a gente também, na sala, aprendeu o que a senhora explicou, antes a gente não conseguia aprender. Teve muito diálogo, debate, aprendi muita coisa nova, muito dinâmica (aluno 2)”.

“(…), as aulas foram interessantes. A forma como a senhora deu as aulas foi muito importante para o nosso conhecimento porque trouxe várias metodologias, assim, é, teve filmes, teve os slides, a gente foi lá pra UESB, pra APAE, teve aula prática, e gente interagiu mais (...), respondeu questões no quadro, essas coisa né? Também trouxe discussões do nosso dia a dia para sala de aula, assim fica mais fácil né? A gente tem mais interesse de aprender, não fica aquela aula chata de Biologia” (aluno 4).

“[...] porque a gente não tinha antes é, assim, é dinâmicas, essas coisas assim, foram bem descontraídas também e, é, tipo assim, a análise

CTS são assuntos assim que tá dentro da nossa sociedade que a gente, eu mesmo não sabia, eu tinha é, teorias, mas não tinha assim é, bases pra mim, tipo assim, discutir com, é, discutir com pessoas sobre o assunto e tal, e agora não, agora é, acrescentou bastante no meu conhecimento, não só no meu, mas creio que no de todos os alunos aqui. Agora a gente sabe opinar e dizer a nossa opinião sobre clonagem, alimentos transgênicos, células tronco, essas coisas que a senhora deu. Também a gente vai ver a ciência com outros olhos, agora vamos olhar criticamente” (aluno 6).

Notamos que os educandos observaram e ressaltaram as diferenças entre as aulas do projeto e as aulas regulares de Biologia; valorizaram as interações entre professor-aluno e aluno-aluno estabelecidas durante os encontros; perceberam as mudanças na maneira do estudo dos conteúdos científicos, no sentido de captar algumas das inter-relações CTS; e valorizaram o ambiente mais dinâmico, interativo e dialógico instituído nas aulas. Em alguns momentos, os estudantes explicitaram também a importância desse tipo de ensino para fomentar a aprendizagem.

De forma mais ampla, para eles, a metodologia empregada, corroborando a literatura CTS, proporcionou o estabelecimento de interconexões entre a vida e o conteúdo científico-tecnológico, ofereceu oportunidades de estudo das interações CTS, promoveu reflexão e compreensão crítica sobre a realidade, permitindo que o ensino científico desempenhe um papel significativo na vida pessoal e nas suas relações com a sociedade (Santos & Mortimer, 2000; Strider, 2008; Auler & Bazzo, 2001; Santos & Mortimer, 2009; Vilches, Gil-Pérez & Praia, 2011).

3.2.4 - Percepções da professora da turma sobre o processo desenvolvido:

Em relação à proposta desenvolvida, pinçamos para análise alguns comentários proferidos pela professora da turma. Ela acompanhou o desenvolvimento das aulas em boa parte do projeto, por isso, foi interessante buscar captar dados sobre como percebeu a SD, principalmente quando ela compara o projeto com as aulas que desenvolvida na escola. Vejamos:

“[...] a turma do terceiro ano, desse ano, é uma turma desinteressada, é, não gosta de participar de nada; e eu achei que eles se saíram muito bem, assim, na questão da participação, interação e discussão nas aulas... Eu achei que eles se transformaram, a participação deles nas aulas foi muito significativa. Discutiam muito, perguntavam, questionavam e na minha aula eles não eram assim. Não queriam nada, eram desinteressados demais!” (P.)

“Eu nunca vi os alunos participarem da aula como eles participaram do debate, se empolgaram muito (risos)” (P).

“É, eles agora questionam muito. Frequentam mais as aulas” (P).

(entrevista com a professora da turma)

Fazendo uma breve análise dos comentários da professora, notamos que, entre os aspectos que mais chamaram a atenção da docente, temos a eficácia da proposta realizada para promover a participação e a interação dos estudantes nas aulas, a notória participação dos

estudantes, o interesse manifestado pelos alunos e o compromisso que desenvolveram para com as atividades propostas.

Complementando a fala anterior, a professora atribuiu esses resultados à diversidade metodológica utilizada e à forma como os conteúdos foram abordados, sempre contextualizados e inter-relacionados a assuntos tecnológicos e sociais. Segundo ela, assim, os conteúdos científicos se tornam mais interessantes, pois os alunos conseguem enxergar a ciência como parte de suas vidas.

As posições da professora (P) parecem estar sintonizadas com os argumentos de diferentes autores, com destaque para Auler (2002), Santos (2007) e Moraes & Araújo (2012). Eles defendem a aproximação do ensino científico das abordagens temáticas contextualizadas, o que permitiria a discussão, em sala de aula, de assuntos atuais, relacionados a problemas locais e/ou globais, possibilitando que os alunos reflitam sobre diferentes pontos de vista e se posicionem, avaliando criticamente aspectos positivos e negativos inerentes aos temas de estudo.

A professora acredita ser viável a aplicabilidade dessa proposta no contexto do ensino de Biologia. Entretanto, em sua opinião, seria necessário adequá-la às orientações curriculares “impostas” ao ensino de Biologia, as quais exigem o estudo de considerável montante de conteúdos científicos dentro da pequena carga horária disponível para essa disciplina. Nesse sentido a professora ressalta o pouco tempo disponível para as aulas de Biologia no Ensino Médio, fato que é visto pela educadora como o principal empecilho para aplicabilidade das *Abordagens CTS*. Vejamos o trecho da entrevista em que ela menciona essa problemática:

“(...) eu acho que é uma proposta viável, (...) só que, assim, a questão da carga horária é pequena, né? Muito pequena, então não dá pra gente trabalhar né? Com CTS é, a trabalhar com conteúdo né? Do currículo mesmo né? Da disciplina. Então, (...), o tempo é curto. A gente necessitaria (...) de uma carga horária maior, mas é extremamente interessante.” (P).

A nosso ver, parece que a docente ignora que a “imposição” de programas curriculares é relativa. Pelo menos em tese, os professores têm ou deveriam ter autonomia para selecionar conteúdos mais relevantes, “enxugando” o programa em prol de abordagens mais aprofundadas envolvendo questões sociocientíficas ao invés de manter um “ensino puramente conceitual, enciclopédico, de cultura de almanaque” (Santos, 2007, p. 4).

Sobre as discussões relacionadas à natureza da ciência a professora reconheceu a importância da inclusão de estudos dessa natureza nas aulas, já que isso promove a compreensão dos modos pelos quais o conhecimento científico tem sido historicamente construído, propiciando o desenvolvimento de momentos de discussão e reflexão que ajudam os alunos a desenvolverem seu senso crítico e abandonarem a aceitação de explicações simplesmente pela fé na palavra do mestre (Medeiros & Bezerra Filho, 2000).

É importante mencionarmos que diante da realização de nossa pesquisa, também conseguimos despertar na professora a reflexão sobre a sua prática docente, fato que poderá contribuir para que essa prática seja modificada, já que a mesma relatou que, a partir daquele momento, passaria a utilizar alguns princípios CTS em suas aulas.

3.2.5 - Percepções da professora/pesquisadora sobre o processo:

Achamos pertinente abordar não somente a análise realizada sobre o processo de ensino-aprendizagem em sala de aula, mas também apresentarmos, sob o olhar da pesquisadora, alguns fatores que direta ou indiretamente geraram implicações neste processo.

Um primeiro ponto refere-se ao planejamento da proposta. A nosso ver, foi bastante complexo, demandando tempo considerável para estruturá-lo. Para concebê-lo foi necessária muita pesquisa, estudos, reuniões de trabalho (pesquisadora + orientador) e tempo, de modo a identificar os temas sociocientíficos a serem abordados, estabelecer a metodologia e estratégias didáticas adequadas para facilitar o estudo das relações CTS e, ademais, pensar em como promover atividades com potencial para fomentar interatividade e dialogicidade nas aulas. Logo, o planejamento da SD pode ser visto como elemento essencial para o desenvolvimento do projeto, tanto no período que precedeu a SD, quanto ao longo da execução de todo o trabalho (reflexão – ação – reflexão).

Em se tratando das estratégias metodológicas, podemos afirmar que para concretizá-las eficazmente, o papel do professor deve sofrer alterações significativas no sentido de elevar ao máximo os esforços para estimular a participação dos estudantes. Abandonamos, em parte, o papel de transmissora de conhecimentos e assumimos uma postura de mediadora e organizadora das atividades de ensino-aprendizagem (Hofstein, Aikenhead & Riquarts, 1998; Teixeira, 2003a; 2003b; Lima & Teixeira, 2011). Entendemos que essa alteração da postura do docente é um dos requisitos para a efetivação de experiências inspiradas no *Enfoque CTS*.

A estrutura disciplinar da organização escolar, ou seja, o ensino demarcado por disciplinas estanques acarreta abordagens de ensino que dificilmente ultrapassam os limites internos do campo de cada área de conhecimento (Teixeira, 2003a), dificultando a realização de estudos interdisciplinares, como orienta o *Enfoque CTS*. Em nosso caso, os referenciais CTS ajudaram a compensar essa limitação. Apesar de restringirmos os trabalhos apenas à disciplina de Biologia, notadamente na parte referente à Genética, acreditamos que, em várias situações, extrapolamos o enfoque reducionista e conceitual inerente a dimensão internalista da disciplina. Isso é visível quando efetuamos discussões de aspectos sociais, éticos, políticos, culturais, econômicos, ambientais, tecnológicos, saúde pública, etc., que permearam o tratamento dos conteúdos de Genética e dos temas sociocientíficos abordados ao longo da SD. É pertinente salientar que nas aulas também entraram em cena discussões envolvendo conhecimentos de Química e Matemática, além de aspectos relacionados com a História, Filosofia e Sociologia da Ciência.

É importante destacar que, para inferir se as aulas auxiliaram os educandos na apropriação de conceitos científicos e na manifestação de habilidades cognitivas, utilizamos as categorias de Zoller (1993). O autor caracteriza as habilidades cognitivas em dois níveis básicos: habilidades cognitivas de baixa ordem: conhecer, recordar/relembrar informações ou aplicar conhecimentos ou algoritmos memorizados em situações familiares; e habilidades de alta ordem: orientadas para a investigação, análise e resolução de problemas, tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo (Zoller, 1993). Nesse sentido, entendemos que os educandos conseguiram desenvolver, segundo a classificação defendida pelo referido autor, habilidades cognitivas tanto de baixa quanto de alta ordem, ou seja, demonstraram conhecer, recordar/relembrar informações relacionadas aos conteúdos genéticos em diversas situações do seu cotidiano (habilidades cognitivas de baixa ordem) e utilizaram esses conhecimentos para analisar e resolver problemas ou se posicionarem diante de situações que envolviam a potencial aplicação dos conhecimentos genéticos, tomando

decisões ou posicionamentos sobre esses assuntos e exercitando o pensamento crítico em relação a tais discussões (habilidades cognitivas de alta ordem).

Nesse ponto de vista, asseguramos que o processo de ensino e aprendizagem efetivado também contribuiu para o aprendizado significativo dos educandos em relação a alguns conteúdos científicos. Esse dado foi evidenciado durante diversas atividades realizadas, pois sem a aquisição mínima desses conhecimentos específicos, os estudantes não conseguiriam interagir e participar desses trabalhos de forma significativa, muito menos, alcançariam desempenho satisfatório nas atividades avaliativas.

Outro aspecto importante a ser citado diz respeito aos instrumentos avaliativos adotados no âmbito do projeto, pois estes não devem ser inconsistentes e incompatíveis com os objetivos pretendidos pela educação CTS (Acevedo Díaz, 2004). Neste sentido procuramos nos afastar das formas avaliativas tradicionais e caminhamos em direção ao estabelecimento de uma forma de avaliação processual. Assim sendo, desenvolvemos atividades avaliativas que orientassem a elaboração e exposição dos conhecimentos dos alunos de forma articulada com as questões sociais, científicas e tecnológicas; contribuíssem para estimular os estudantes a construir suas ideias a respeito de questões sócio-científico-tecnológicas; instigassem o posicionamento crítico frente às informações apresentadas e que prezassem pelo desenvolvimento de reflexões e atitudes voltadas para o exercício da cidadania. É válido salientar que para nós, isso não se configurou como dificuldade, mas pode vir a ser se os professores não forem devidamente orientados para desenvolver avaliações desse tipo. Ainda em termos de parâmetros de avaliação, um indicador relevante do envolvimento dos estudantes está na frequência dos mesmos durante o processo. Levando-se em consideração que, algumas vezes, as aulas aconteceram em diferentes horários e em diferentes espaços, a maioria dos alunos (80%) apresentou percentual de frequência de 100%, demonstrando significativo nível de interesse que se manteve estável ao longo das aulas.

Também não podemos deixar de mencionar sobre a mudança de concepções dos alunos no que diz respeito a visões sobre a ciência. Ao estudarmos os modos pelos quais o conhecimento científico tem sido historicamente construído ao longo dos anos, foi notória a curiosidade dos educandos nas aulas, o interesse em relação aos conteúdos científicos, suscitando reflexões a respeito da suposta neutralidade da ciência e sobre o caráter ambivalente dos avanços científicos e tecnológicos. A nosso ver, o processo de ensino-aprendizagem orientado pela educação CTS ofereceu subsídios para que os educandos desenvolvessem rudimentos para uma compreensão crítica e reflexiva sobre o contexto científico-tecnológico e suas relações com a sociedade (Teixeira, 2003; Santos, 2007; Strieder, 2008).

4 - Considerações Finais: limites, possibilidades e desafios:

Com o propósito de analisar a aplicação do *Enfoque CTS* nas aulas de Biologia dedicadas a conteúdos de Genética, os resultados desse trabalho nos permitiram explicitar reflexões sobre a abordagem das inter-relações CTS no Ensino Médio. Sendo esta investigação um estudo de natureza pontual, nos limitaremos a apresentar, com base na pesquisa realizada, algumas considerações acerca dos limites e possibilidades para a aplicação dessa abordagem no espaço real de nossas escolas.

Sobre o planejamento, como dissemos antes, é essencial para preparação e aprimoramento das aulas. Um problema para efetivação do *Enfoque CTS* nas escolas é que a maioria dos professores brasileiros, por receber baixos salários, é obrigada a trabalhar excessivamente, cumprindo até mesmo cargas horárias próximas a 60 horas semanais, o que

os impede, ou pelo menos dificulta, de participar de cursos de aperfeiçoamento, estudar e se envolver em um planejamento mais cuidadoso de suas aulas.

Quanto à metodologia de ensino adotada no desenvolvimento da proposta, é possível assinalar que é viável desenvolver trabalhos dessa natureza nesse nível de ensino, mesmo considerando o contexto tradicional vigente em nossas escolas. Embora as discussões de temas/assuntos não façam parte, explicitamente, do programa curricular brasileiro, eles podem ser articulados à dinâmica do processo de ensino e aprendizagem veiculado no contexto educativo.

Constatamos que a metodologia de ensino orientada pelo *Enfoque CTS* e implementada durante o projeto, alavancou a participação e o interesse dos estudantes nas atividades desenvolvidas; forneceu informações atualizadas sobre questões de ciência e tecnologia; viabilizou a construção de conhecimentos junto aos educandos; auxiliou a formação de algumas atitudes e valores; envolveu os educandos em atividades de ensino em que eles discutiram diferentes pontos de vista sobre problemas reais, fornecendo subsídios para melhorar a aprendizagem de diversos aspectos.

Sem desconsiderar os aspectos positivos apontados acima, temos que observar algumas limitações em relação a sua implementação. Tais limitações tornam-se evidentes quando comparamos as condições que envolveram este trabalho em relação à realidade da maioria das escolas brasileiras: i) o planejamento e preparação da SD envolveu tempo considerável, enquanto os professores da educação básica geralmente não podem dispor de tempo suficiente para refletirem sobre sua prática pedagógica e buscar alternativas para melhorias do ensino; ii) utilizamos diversos recursos didáticos durante as aulas, diferentemente do que acontece em boa parte de nossas escolas, já que, muitas vezes, elas não dispõem de recursos suficientes para auxiliar a prática pedagógica dos professores; iii) algumas atividades propostas demandam um tempo considerável para serem executadas e as aulas regulares de Biologia nas escolas se concentram em tempos de 50 minutos ou no máximo 100 minutos, se considerarmos as aulas duplas, fato que impede ou dificulta o uso de diferentes atividades pedagógicas; iv) a turma de alunos envolvida no projeto foi composta por 19 estudantes, sendo este aspecto relevante para maximizar o desenvolvimento das atividades propostas, enquanto em uma classe regular, em geral, temos pelo menos 30 alunos, dificultando a efetivação de um processo de ensino e aprendizagem mais eficaz.

Além disso, a necessidade de cumprir o programa padronizado de Biologia e o ensino fragmentado por disciplinas se configuraram como empecilhos para desenvolvermos uma educação CTS e um trabalho mais amplo envolvendo toda a escola e as diversas áreas do conhecimento.

Em propostas de ensino desse tipo, o papel do professor deve sofrer significativas alterações, pois é exigido que os professores desempenhem papel de mediadores ao invés do tradicional papel de transmissores de informações. Entendemos que essa alteração da postura do professor também se caracteriza como um obstáculo para a educação CTS, visto que a formação oferecida pelos cursos de formação docente nem sempre atende de forma suficiente a essa necessidade. Precisamos avançar no sentido de formar professores capazes de proporem um ensino voltado para a preparação dos cidadãos imersos num mundo amplamente permeado pela cultura científico-tecnológica (Teixeira, 2003a; Santos & Schnetzler, 1997).

O papel do aluno também sofreu modificações. Eles foram convidados a saírem do estado de passividade e orientados para serem agentes e sujeitos na construção do conhecimento. Quanto ao desenvolvimento de uma postura de responsabilidade social,

verificamos que é possível despertar pequenas ações por parte dos educandos, ainda que essas não venham a mudar diretamente a situação existente.

Enfim, se considerarmos que a disseminação do *Enfoque CTS* se intensificou a partir dos anos 2000 no Brasil e no mundo, e o fato de que suas principais propostas educativas ainda não foram suficientemente exploradas (Acevedo Díaz, 2004), a análise da experiência aqui apresentada nos proporciona maior conhecimento em relação aos limites e possibilidades para a utilização dessa perspectiva. Acreditamos que esse estudo cumpre seu papel ao fornecer subsídios para a aplicação da educação CTS em situações mais abrangentes, como por exemplo, ao longo de uma disciplina anual ou mesmo durante os três anos do Ensino Médio. Entendemos que para alcançarmos mudanças significativas no campo educacional, melhorando as condições do ensino, é necessário desenvolvermos mudanças graduais e/ou pontuais que orientem os caminhos a serem percorridos em busca de uma educação em ciências com mais qualidade (Auler, 2002; Strieder, 2008; Lima & Teixeira, 2011).

Nesse sentido, a pesquisa evidenciou que a proposta desenvolvida oferece significativa contribuição para mudanças no ensino e aprendizagem de Biologia, em função de aspectos como: a diversidade de estratégias de ensino, a utilização de diversos recursos didáticos, a maior interação entre professores e alunos, além da adoção de uma abordagem contextualizada dos conteúdos e de uma perspectiva de ensino preocupada com a alfabetização científica e com a formação para a cidadania.

5 - Referências

- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para La ciudadanía. *Eureka*, 1(1), 3-16.
- Aikenhead, G. S. (1994). What is STS science teaching? In: Solomon, J. & Aikenhead, G. S. *STS education: international perspectives on reform* (pp.47-59). New York: Teachers College Press.
- Auler, D. (2002). *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. Tese (Doutorado em Educação). Florianópolis, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Auler, D. & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 1-13.
- Cachapuz, A. et al. (2005). *A necessária renovação do ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez.
- Chizzotti, A. (2006). *Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais*. Petrópolis: Vozes.
- Fernández, I. et al. (2003). El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), monográfico, artigo 2.
- Fourez, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica*. Buenos Aires: Ediciones Colihue.
- García, M. I. G., Cerezo, J. A. L., & López, J. L. (2000). *Ciência, tecnologia y sociedad. Uma introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- Granger, G-G. (1994). *A Ciência e as Ciências*. São Paulo: Editora Unesp.
- Hofstein, A., Aikenhead, G., & Riquarts, K. (1988). Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, 10(4), 357-366.

- Kosminsky, L. & Giordan, M. (2002). Visões de ciências e sobre cientistas entre estudantes de ensino médio. *Química Nova na Escola*, 15, 11-18.
- Krasilchik, M. (2004). *Prática de ensino de Biologia*. São Paulo. Edusp.
- Lima, G. P. S. & Teixeira, P. M. M. (2011). *Análise de uma sequência didática de Citologia baseada no Movimento CTS*. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - SP, Campinas/SP: 2011. Atas... Campinas: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.
- Martins, M. I. T. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educacional português. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 1(1), 28-39.
- Medeiros, A. & Bezerra Filho, S. (2000). A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino da física. *Ciência & Educação*, 6(2), 107-117.
- Moraes, J. U. P. & Araújo, M. S. T. (2012). *O ensino de Física e o Enfoque CTSA: caminhos para uma educação cidadã*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Ricardo, E. C., Custódio, J. F. & Rezende JR, M. F. (2007). A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29 (1), 135-147.
- Santos, M. E. V. M. (1999). *Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de Ciências*. In: Moreira, M. A. & Ostermann, F. (Orgs.) II Encontro Nacional de Educação em Ciências – SP, Valinhos: 1999. Atas... Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (Cd Rom).
- Santos, M. E. V. M. (2005). Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. *Revista CTS*, 6(2), 137-157.
- Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1 (número especial).
- Santos, W. L. P. & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S no contexto da educação brasileira. *Ensaio*, 2(2), 1-23.
- Santos, W. L. P. & Mortimer, E. F. (2009). Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(2), 191-218.
- Santos, W. L. P. & Schnetzler, R. P. (1997). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Ed. Unijuí.
- Silva, O. B., Oliveira, J. R. S. & Queiroz, S. L. (2011). Abordagem CTS no ensino médio: estudo de caso com enfoque sociocientífico. In: Santos, W. L. P. & Auler, D. (Orgs.). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (pp. 323 – 345). Brasília: Ed. UnB.
- Strieder, R. B. (2008). *Abordagem CTS e ensino médio: espaços de articulação*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo.
- Strieder, R. B. (2012). *Abordagem CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas*. Tese de Doutorado. São Paulo, Universidade de São Paulo.

- Teixeira, P. M. M. (2003). Educação científica e Movimento CTS no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), 88-102.
- Teixeira, P. M. M. (2003a). Movimento CTS e suas proposições para o ensino de ciências. In: Teixeira, P. M. M. (Org.). *Temas emergentes em educação científica* (pp. 13-34). Vitória da Conquista: Edições UESB.
- Teixeira, P. M. M. (2003b). A educação científica sob a perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica e do Movimento CTS no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 9(2), 177-190.
- Vilches, A., Gil-Pérez, D. & Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: Santos, W. L. P., & Auler, D. (Orgs.). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Ed. UnB, p. 161-184.
- Zoller, U. (1993). Are lecture e learning: are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. *Journal of Chemical Education*, 70(3), 195-197.