

ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE CITOLOGIA BASEADA NO MOVIMENTO CTS

ANALYSIS OF A SEQUENCE OF CYTOLOGY-BASED TEACHING IN STS

Gleisa Pereira de Souza Lima¹, Paulo Marcelo Marini Teixeira²

1. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Licenciatura em Ciências Biológicas,
gleisalima@gmail.com

2. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós Graduação – Educação Científica
e Formação de Professores, *paulommt@hotmail.com*

Resumo

O artigo analisa uma pesquisa de intervenção, envolvendo a aplicação de uma sequência didática (SD) relativa a temas sociocientíficos articulados a conteúdos de *Citologia*. A concepção a nortear o planejamento e a execução da referida SD foi fundamentada na perspectiva CTS. Os dados foram coletados ao longo de todo processo e a análise foi realizada com base nos seguintes aspectos: i) articulação da tríade CTS; ii) metodologia de ensino e recursos didáticos utilizados; iii) percepções dos alunos e professores-pesquisadores sobre o processo. Ao final do trabalho desenvolvido, inferimos que o curso realizado revelou-se uma interessante proposta de ensino, abrindo espaço em sala de aula para o aprofundamento do estudo de temas relacionados à citologia, a discussão de questões sociocientíficas e, de forma mais ampla, a adoção de uma perspectiva de ensino preocupada com a formação para a cidadania.

Palavras-Chave: Educação Científica, Ensino de Biologia, Citologia, Movimento CTS.

Abstract

The article examines an intervention research involving the application of a didactic sequence on themes articulated socio-scientific content of Cytology. The design to guide the planning and execution of the said didactic sequence was based on the STS approach. Data were collected throughout the process and analysis was performed based on the following aspects: i) articulation of the triad CTS ii) teaching methodology and teaching material used, iii) perceptions of students and teachers and researchers about the process. At the end of the work, we infer that the course is conducted revealed an interesting proposal for education, opening up space in the classroom for further study of topics related to cytology, the discussion of socio-scientific issues and, more broadly, the adoption of an education concerned with training for citizenship.

Key words: Science Education, Biology Teaching, STS.

Introdução

Nas últimas décadas percebemos grandes desafios ainda não superados no campo da Educação em Ciências, e mais particularmente, na subárea de Ensino de Biologia. Entre eles destaca-se a necessidade de transformar a tradicional forma como é conduzido o processo de ensino, marcado por uma abordagem puramente conceitual e descontextualizada, centrada na

transmissão de informações e na apresentação de uma Biologia distante da realidade, por meio de aulas predominantemente teóricas, carregadas de exposições orais e orientadas quase que exclusivamente pelo uso de manuais didáticos. É frequente a ênfase em processos de memorização de conceitos, fenômenos, nomenclaturas, leis, fórmulas e teorias que são expostas nas aulas e depois cobradas em provas e outras modalidades de exames e testes.

O fato dessa tradição de ensino ainda preservar-se em boa parte de nossas escolas, não significa que em diferentes momentos e circunstâncias, alternativas não tenham sido buscadas. Com efeito, significativa parte do que fazemos no campo dos estudos e pesquisas em Educação em Ciências está orientado para subsidiar propostas voltadas para a transformação do ensino-aprendizagem na área (TEIXEIRA, 2008). Entre as propostas mais interessantes nessa direção estão àquelas vinculadas ao denominado “Movimento CTS” (Ciência, Tecnologia e Sociedade). No contexto educacional, o Movimento CTS aparece na passagem dos anos 1970 para os anos 1980, época que marca o estabelecimento de certo consenso dos educadores em ciências em relação à necessidade de investir em inovações no ensino-aprendizagem nessa área (AIKENHEAD, 2003). Em linhas gerais, poderíamos caracterizar o Movimento CTS - na Educação em Ciências - como uma corrente de orientação curricular que propõe o tratamento dos conteúdos científicos integrado ao contexto social e tecnológico, ou seja, os conteúdos científicos e tecnológicos são abordados paralelamente à discussão de aspectos sociais, econômicos, políticos, éticos etc. (HOFSTEIN, AIKENHEAD e RIQUARTS, 1988; HOLMAN, 1988; AULER, 1998; TRIVELATO, 2000; SILVA e CICILLINI, 2003; TEIXEIRA, 2003a; SANTOS e MORTIMER, 2002; SANTOS, 2007; SANTOS, 2008; AIKENHEAD, 2009).

A concepção de educação a envolver o Movimento CTS está atrelada a uma perspectiva de formação para a cidadania, centrando preocupação na proposição de atividades de ensino em que os alunos desenvolvam conhecimentos, habilidades, atitudes e valores relacionados à sociedade democrática e a construção social de um mundo mais justo e sustentável.

Trabalhos de pesquisa vinculados ao Movimento CTS para a educação em ciências tem sido publicados no Brasil há pelo menos 20 anos¹, com um crescimento significativo das produções científicas e acadêmicas alinhadas a essa temática (CACHAPUZ et al., 2008; STRIEDER e KAWAMURA, 2009; HUNSCHE et al., 2009; AULER; DALMOLIN e FENALTI, 2009; TEIXEIRA, 2010). Entretanto ainda são poucos os trabalhos relacionados a intervenções, que investigam a implantação da abordagem CTS em situações concretas de ensino-aprendizagem (SILVA e CICILLINI, 2003; STRIEDER, 2008; HUNSCHE et al., 2009). Este é o caso do trabalho aqui apresentado, cujo objetivo foi investigar os resultados da aplicação do enfoque CTS no Ensino de Biologia, focando mais precisamente aulas referentes aos conteúdos de citologia.

Aspectos Metodológicos

A proposta da pesquisa está alinhada às abordagens qualitativas de investigação educacional. Entendemos que a modalidade de pesquisa mais adequada aos nossos interesses estava vinculada às chamadas *Pesquisas de Intervenção*, na qual temos a ocorrência de ações concomitantes ao processo de pesquisa (CHIZZOTTI, 2006; TEIXEIRA, 2008).

¹ Desde a década de 1970 é possível verificar alguma preocupação de educadores com um currículo que incorporasse aspectos relativos ao impacto da ciência e da tecnologia na sociedade. Na área de pesquisa em Educação em Ciências, CTS é tema emergente, já que verificamos um aumento do interesse sobre essa linha de investigação nos últimos anos (KRASILCHIK, 1987; LEMGRUBER, 2000; CACHAPUZ et al., 2008; SANTOS, 2007; SANTOS, 2008; STRIEDER, 2008).

A intervenção planejada delineou-se na forma de um mini-curso, envolvendo uma sequência de aulas de Biologia denominada aqui de sequência didática (SD). Do ponto de vista conceitual essa SD envolveu, predominantemente, conteúdos ligados à subárea de Citologia. A estruturação da SD está mais ou menos relacionada ao que Aikenhead (1994) categorizou como desenvolvimento do ensino de disciplina científica – no caso uma parte da disciplina escolar Biologia – por meio do enfoque CTS, isto é, neste tipo de abordagem “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” (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Atendendo aos princípios do Movimento CTS, para efeito da SD foram selecionados os seguintes temas sociocientíficos: i) Epidemias; ii) Câncer; iii) Clonagem; iv) Células Tronco; e, v) Reprodução Humana. Estes temas foram abordados em concomitância à abordagem do conteúdo de citologia. A SD abrangeu um total de 24 horas, distribuídas em oito encontros no período de Maio a Junho /2010. Os sujeitos da pesquisa foram 24 alunos que a época cursavam o 3º ano do Ensino Médio em escola pública de Jequié/BA. A maior parte desses estudantes provém de famílias de baixa renda, que vivem em vários bairros na região periférica do município.

Os instrumentos e estratégias selecionadas para a produção dos dados foram os seguintes: i) observação participante, nos termos mencionados por Lüdke e André (1986), com anotações (descritivas e reflexivas) em diário de campo das ocorrências observadas ao longo do processo; ii) material produzido pelos alunos e recolhido pelos pesquisadores; iii) fotografias; iv) grupo focal, reunindo alguns alunos e recolhimento de depoimentos a respeito do curso; e por fim, v) dados sobre a frequência dos estudantes. Os dados foram examinados atentando-se, durante o processo, para a observação das falas dos alunos, seus aspectos psicológicos/afetivos e motivacionais (motivação, empenho, interesse, envolvimento etc.), sua frequência e assiduidade, sua produção durante o curso e demais aspectos significativos para a compreensão do fenômeno ensino-aprendizagem planejado, desenvolvido e analisado.

Resultados: descrição da sequência didática

Iniciaremos esta seção descrevendo as atividades realizadas durante os encontros desenvolvidos ao longo da SD.

☛ **1º Encontro:** O primeiro encontro, realizado nas dependências da escola, teve início com a apresentação da proposta aos estudantes. Inicialmente houve uma breve apresentação dos estudantes, cada um explicitando informações como seu nome, idade, pretensões em termos de continuidade dos estudos e expectativas em relação ao mini-curso que se iniciava. Ficou evidente que todos os presentes tinham projeto para o futuro próximo, pois manifestaram o desejo de continuar os estudos depois de finalizarem o Ensino Médio. A média de idade dos alunos participantes era de 17 anos.

O mini-curso iniciou-se com uma proposta de atividade coletiva. A turma foi dividida em quatro equipes, cada uma recebendo um texto específico na qual deveriam ler/discutir e, posteriormente, apresentá-lo para o grupo mais amplo. Os textos versavam sobre os seguintes temas sociocientíficos: educação sexual e reprodução humana, epidemias, câncer, e clonagem. Todos os textos foram retirados de livros e/ou revistas de divulgação científica e se caracterizavam por serem textos simples, com linguagem acessível, apresentando o assunto de forma interessante, com depoimentos verídicos e exemplos práticos aplicados à vida cotidiana, além de apresentar questões científicas e tecnológicas polêmicas, de interesse para os alunos, assim como para toda sociedade. A proposta para os alunos de cada equipe foi que eles partilhassem ao grupo os principais aspectos que chamaram atenção na leitura e

discussão de cada texto e, além disso, estabelecessem as relações que conseguiram tecer entre o texto examinado e o estudo das células (Citologia).

A discussão começou com a equipe que analisou o texto sobre potenciais aplicações e problemas inerentes às tecnologias associadas ao processo de clonagem². Todos os membros da equipe se expressaram, abordando de maneira espontânea suas impressões sobre o texto. Neste momento, procuramos não interromper os alunos, estimulando os estudantes a exercitarem o debate e expressarem suas opiniões.

A equipe seguinte apresentou um texto sobre o câncer³, delimitando-o como um conjunto de doenças que têm origem no crescimento desordenado de células, que invadem tecidos e órgãos. A discussão também passou pelos fatores que podem induzir o câncer, as tecnologias utilizadas para diagnosticar e tratar essas doenças, e hábitos a serem adotados para evitar as diversas modalidades do câncer.

O grupo seguinte relatou um texto cujo tema relacionava-se às epidemias e doenças emergentes⁴. Essa equipe, em geral, se expressou com desenvoltura, com exceção de um aluno que alegou constrangimento ao falar sobre uma parte do texto que tratava da questão da AIDS. Os demais integrantes do grupo, a partir da discussão proporcionada pelo texto, mencionaram os exemplos da atual gripe suína e também de casos de dengue no colégio, citando a morte de uma colega.

O último grupo tratou do texto referente educação sexual e reprodução humana⁵. A discussão do texto gerou certos constrangimentos, porém aos poucos, os estudantes foram se soltando e acabaram por estabelecer um interessante diálogo sobre os assuntos relacionados à educação para sexualidade, inclusive dando exemplos de casos de gravidez na adolescência acontecidos com casais de jovens na escola.

No final da atividade procuramos mostrar que os assuntos tratados nos diversos textos discutidos estavam relacionados com o estudo da Citologia, e que a proposta do mini-curso era justamente essa: estudar Citologia e, ao mesmo tempo, discutir questões sociocientíficas de interesse para toda a sociedade, e que pudessem ser objeto de problematização e análise crítica por parte dos alunos (SANTOS, 2008).

• **2º Encontro:** Foi realizado nas dependências da Universidade. Iniciamos as atividades recapitulando brevemente a discussão do primeiro encontro e a importância de se compreender certos conceitos que apareceram ao longo das discussões anteriores sobre os referidos textos. O trabalho continuou com um “levantamento” do conhecimento dos estudantes sobre as células. Com ajuda de uma apresentação em *powerpoint*, combinada com exposição oral, um apanhado foi feito sobre a Teoria Celular, as técnicas e tecnologias empregadas no estudo das células, as diferentes morfologias celulares, os componentes celulares básicos (membrana plasmática, organelas e núcleo), a distinção entre células procarióticas e eucarióticas; e entre células animais e vegetais; e finalmente algumas informações sobre o material genético e os processos de divisão celular (mitose e meiose). No decorrer da aula abordamos diversos conceitos já estudados pelos alunos, outros conceitos foram introduzidos de modo a aprofundar os conhecimentos sobre citologia. Procuramos resgatar tais conceitos e informações, dar exemplos práticos e interessantes para que os estudantes entendessem os processos que naquele momento estavam sendo “revisitados”. Em certos momentos houve a possibilidade de relacionar os conceitos mencionados com aspectos

² Texto: Clonagem: aplicações e problemas. LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia**. São Paulo: Ática, 2005, p. 84.

³ Texto: Câncer. LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia**. São Paulo: Ática, 2005, p. 107.

⁴ In: DIMENSTEIN, G. **Aprendiz de Cidadania**. São Paulo: Ática, 1998, p. 50.

⁵ Idem, p. 60.

da vida cotidiana. Um exemplo refere-se ao estudo dos diversos tipos celulares: uma das ilustrações utilizadas era de uma célula adiposa, que abriu espaço para a discussão sobre os hábitos alimentares da população na atualidade, o consumo de alimentos gordurosos e pobres em nutrientes (*fast-foods*). Nesta ocasião, os alunos se motivaram, relatando suas experiências em relação a hábitos alimentares e à prática de atividades físicas.

• **3º Encontro:** Utilizamos um texto da revista *Aula Aberta*, uma publicação da *Scientific American Brasil*⁶ versando sobre as epidemias causadas pelo vírus Influenza. Além disso, utilizamos um modelo didático tridimensional de célula animal, uma esfera pequena representando um vírus e algumas imagens projetadas em tela. Relembramos a leitura do texto sobre epidemias estudado no primeiro encontro e, com auxílio de um modelo de célula tridimensional, simulamos o processo de infecção das células por esses microorganismos.

A leitura do texto foi realizada em coletivo: cada aluno lia uma pequena parte que era “esmiuçada” em processo de discussão coordenado pelos professores (pesquisadores), juntamente com os alunos. Assuntos como mutação, epidemias, pandemias, supressão do sistema imunológico, reprodução viral na célula, antígenos, e o papel das tradições culturais na disseminação das doenças infecciosas foram discutidos em profundidade. O processo de discussão envolveu fortemente os alunos. Eles puderam refletir criticamente sobre o comportamento de risco que certos grupos populacionais assumem, por exemplo, em função de fatores culturais, como é o caso do costume de se manter muitas espécies de aves juntas nos mercados de Hong Kong (China), tradição que cria um ambiente propício para a recombinação genética do vírus da gripe, podendo atingir as pessoas que vão a tais lugares e têm contato com esses animais. A discussão foi estendida para outros contextos mais próximos dos alunos, como o da disseminação da dengue no Brasil e na cidade de Jequié/BA e da AIDS no Brasil e em todo o mundo.

Os *slides* em *powerpoint* permitiram a apresentação de um esquema do vírus H1N1 e uma micrografia do vírus, abrindo espaço para a abordagem do processo de reprodução viral através de *gifs* animados de bacteriófagos infectando uma célula. Outro aspecto abordado teve relação com as células do sistema imunitário, o estudo das relações entre antígenos e anticorpos, e os aspectos distintivos entre os vírus e as células, além da relação de parasitismo dos vírus em relação às células. A partir do conceito de mutação viral abordamos a dificuldade encontrada na produção de vacinas para o vírus H1N1 e as tecnologias associadas à pesquisa nesse setor.

• **4º Encontro:** Finalizando a parte referente ao estudo das epidemias, realizamos uma dinâmica grupal para ilustrar a disseminação de um vírus hipotético pela população, num processo para representar de modo simulado uma epidemia. Por meio dessa dinâmica foi possível perceber e discutir aspectos relacionados à rapidez dos processos de contágio e de disseminação das doenças e a importância das medidas de prevenção.

Após isso, iniciamos uma apresentação em *powerpoint* sobre clonagem abordando aspectos como: o conceito de clonagem, sua ocorrência na natureza, as pesquisas nesta área; clonagem reprodutiva e terapêutica. Houve ainda uma discussão sobre alguns aspectos positivos e outros potencialmente problemáticos a envolver a utilização das pesquisas e tecnologias nessa área. Nesta ocasião, os alunos fizeram muitos questionamentos, participando ativamente da aula. Queriam saber detalhes sobre casos de nascimento de gêmeos, se eles poderiam ser considerados clones; sobre a relação da clonagem com as pesquisas em células-tronco; e sobre a possível existência de pesquisas que buscam clonar seres humanos. Depois foram exibidos

⁶ WEBSTER, R. G; WALKER, E. J. Influenza. *Scientific American Brasil: Aula Aberta*. São Paulo, ano 1, n. 1, 2009, p. 44-51.

dois vídeos⁷, com esclarecimentos quanto ao processo de clonagem, fato que incitou novamente um processo de discussão sobre o tema. Por ser um assunto polêmico, os alunos resistiram algum tempo em expressar suas impressões e opiniões. Na sequência, organizamos um momento de tomada de decisão (de forma simulada): uma estratégia didática mencionada frequentemente pelos autores alinhados ao Movimento CTS (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Ao final da discussão, a turma manifestou posições antagônicas quanto ao assunto: alguns a favor dos estudos e tecnologias associadas às “*células tronco*” e à clonagem, desde que fossem atividades aplicadas em práticas terapêuticas; outros pontuando que tudo isso poderia gerar uma série de problemas éticos que demandam análise cuidadosa. Esse momento foi interessante porque os estudantes perceberam que esse é um assunto controverso, um problema aberto, em que há argumentos fortes e coerentes dos dois lados.

Na última parte do encontro, como parte de preparação para atividade posterior da SD, os alunos entraram em contato com alguns microscópios, numa atividade prática voltada para que eles tivessem um mínimo de familiaridade com o equipamento e tomassem contato com um aparato tecnológico básico para o estudo das células. Aqui apresentamos as funções de cada parte do aparelho: conjunto de lentes, fonte de iluminação, suporte das lâminas etc. Cada aluno recebeu uma ilustração esquemática do microscópio com suas partes discriminadas. Os alunos foram instruídos a ligar o aparelho, a posicionar algumas lâminas e focar imagens. Por fim apresentamos lâminas prontas com cortes de epiderme de folha de feijão, do ovário humano e de uma artéria, já posicionados e focados para observação. Os alunos observaram essas lâminas e esquematizaram em papel suas observações. Muitos estudantes manipularam o microscópio pela primeira vez, experiência que gerou forte entusiasmo e envolvimento por parte de toda a turma.

☛ **5º Encontro:** Ocorreu na escola e foi iniciado com a distribuição de um texto⁸ abordando o tema “pesquisas com células-tronco”. A ideia foi aprofundar o debate iniciado anteriormente. A discussão versou sobre as possibilidades que o avanço dessas pesquisas trazem e as questões éticas envolvidas, o uso dessas células na busca de tratamento para algumas doenças (cardíacas, auto-imunes, disfunções neurológicas, lesões na medula etc) e o fato de as células-tronco embrionárias terem maior capacidade para gerar novos tecidos, apesar da utilização de embriões de onde são extraídas tais células. A partir disso, solicitamos a opinião dos alunos quanto à utilização de embriões para as pesquisas com células-tronco (células-tronco embrionárias). Alguns estudantes manifestaram-se contrariamente a esse tipo de pesquisa, voltando a argumentar que tais pesquisas poderiam levar a comercialização de embriões, interromperem o ciclo natural da vida, ou que as pessoas passariam a querer escolher as características para seus filhos. Outros se manifestaram favoravelmente, afinal, os embriões congelados provavelmente não seriam mais utilizados e também não poderiam ser descartados de qualquer forma. Na opinião dos alunos seria preciso o casal autorizar o uso de seus embriões remanescentes para pesquisa.

A seguir simulamos uma enquete popular em que oito alunos votaram a favor e onze contra as pesquisas que manipulam embriões; houve ainda duas abstenções, evidenciando-se assim a diversidade de opiniões entre os alunos sobre o assunto. Salientamos ao final sobre a importância de estarmos bem informados em questões que envolvam assuntos científicos, fundamentando nosso ponto de vista no conhecimento científico, nos valores que sustentamos e em posicionamentos éticos.

⁷ Disponível em: i) www.youtube.com/watch?v=Jrlfq_Rv5K8; ii) www.youtube.com/watch?v=E1ikwx16TD0&feature=related.

⁸ BUCHALLA, A. P.; PASTORE, K. Células da Esperança. **Veja**, n. 1846, 24 de Março, 2004, p.84-91.

Num segundo momento iniciamos a abordagem de um novo assunto: câncer. Após ouvirmos as ideias e inquietações dos alunos sobre a doença, uma apresentação introdutória foi desenvolvida, explicando o que é o câncer, o processo de formação de tumores malignos e benignos, fatores que determinam o câncer, formas de prevenção, a influência da alimentação, do consumo de bebidas alcoólicas, dos hábitos sexuais, de alguns medicamentos, da exposição a agentes carcinogênicos, da radiação solar ionizante, do fumo e fatores hereditários. Os alunos se mostraram um tanto quanto surpresos, no momento que souberam que alguns hábitos alimentares podem induzir a ocorrência de certos tipos de câncer. Debateu-se, por exemplo, sobre os conservantes e outros produtos químicos em alimentos industrializados e suas possíveis relações com o câncer. Quanto à questão das bebidas alcoólicas, muitos alunos assumiram já consumir álcool, e quanto ao fumo não houve relatos.

☛ **6º Encontro:** Foi desenvolvido sob a forma de uma aula prática em laboratório, com a participação de uma pesquisadora da área de Biologia Celular (Prof^a. AB) e seu monitor (CS) - ambos trabalham na Instituição (UESB/BA). A Prof^a. AB iniciou a atividade descrevendo seu trabalho como pesquisadora em Biologia Celular da Instituição. A seguir foi distribuído e analisado um roteiro de aula prática no qual constava uma breve introdução sobre a diversidade de tipos celulares, a necessidade do uso do microscópio para observá-las, o uso de corantes para facilitar as observações de diferentes regiões celulares, e os procedimentos a serem adotados. Os materiais biológicos usados nessa aula foram: cortiça, mucosa bucal, folhas de *Setcreasea purpurea* e cebola. Os alunos puderam explorar todo o ambiente do laboratório, fazer perguntas sobre equipamentos, maquetes e os materiais biológicos expostos, além de tirar dúvidas sobre o funcionamento do laboratório.

A Prof^a. AB montou uma primeira lâmina e instruiu os alunos a montarem as suas próprias lâminas. Os alunos se envolveram ativamente, pois para muitos desses estudantes, essa foi a primeira experiência de aula prática que tiveram acesso ao longo de todo o processo de escolarização. No processo de focalização das lâminas foi preciso maior assistência, porém rapidamente os alunos exibiram habilidade para focalizar com autonomia suas próprias lâminas. A cada material observado, a Prof^a. AB montava uma lâmina adicional, reproduzindo a imagem num monitor de TV e explicando as principais partes observadas (núcleo, membrana, citoplasma, cloroplasto, estômatos, vacúolos etc.). Os alunos fizeram várias perguntas à professora e ao monitor quanto às lâminas que estavam observando, criando um clima de interação muito produtivo em termos de ensino-aprendizagem.

☛ **7º Encontro:** Voltou a focar a temática do câncer, iniciada no 5^a encontro, abordando a incidência de casos de câncer entre homens e mulheres, além de aspectos associados à prevenção e aos possíveis tratamentos para essa doença. Projetamos dois vídeos⁹ para subsidiar as discussões. Esses vídeos apresentavam depoimentos de especialistas na área de oncologia, tratando dos principais tipos de exames para diagnóstico precoce do câncer, a relação do câncer com a herança genética, a relação entre o câncer, obesidade infantil e a incidência de câncer na vida adulta. Enfoque especial foi dado aos casos de câncer de colo de útero, câncer de mama e câncer de intestino, no caso das mulheres; e câncer de próstata e de intestino, no caso dos homens. Após a projeção dos vídeos, uma nova rodada de discussões aconteceu. Os alunos comentaram sobre o descaso dos homens com sua saúde, lembrando a polêmica em torno do exame para a detecção de câncer de próstata, um dos principais em incidência para os homens. Abordamos também aspectos relacionados aos hábitos de vida na

⁹ Disponível em: i) http://youtube.com/watch?v=DX9MhIAPe_c (entrevista com o Dr. Benedito Mauro Rossi: **Jornal Hoje**, em Fevereiro/2009); ii) <http://www.ikwa.com.br> (entrevista com o Dr. Drauzio Varella).

sociedade moderna que acabam contribuindo para o aumento da incidência do câncer, e as tecnologias atualmente disponíveis para o tratamento da doença.

☛ **8º Encontro:** O assunto tratado no encontro final foi “Reprodução Humana”. Utilizamos modelos didáticos do corpo humano, como o aparelho reprodutor masculino e feminino e diversos modelos de úteros grávidos (inclusive de gêmeos). Em apresentação em *powerpoint*, com diversos *gifs* animados, mostramos o movimento realizado pelos espermatozóides em direção ao óvulo, a fecundação e os primeiros desenvolvimentos da célula-ovo até a formação do feto e dos anexos embrionários.

De maneira geral a aula tratou sobre: características da reprodução sexuada; gametogênese; aparelho genital masculino e feminino; hormônios sexuais; ciclo menstrual; período fértil; fertilização; fecundação; gestação e parto; técnicas de reprodução assistida (fertilização *in vitro*); e principais métodos anticoncepcionais. A projeção de um vídeo¹⁰ ilustrou o processo de fertilização, nidação, desenvolvimento do feto até o momento do parto, com uma breve discussão sobre esses processos. Muitas estudantes ficaram surpresas ao saber que o processo de ovulogênese se inicia na vida intra-uterina. Elas tinham algumas informações esparsas sobre o que é o período fértil, porém as questões mais específicas sobre ciclo menstrual e a atuação dos hormônios ainda deixavam dúvidas, as quais foram esclarecidas assim como a questão da formação de gêmeos. Os meninos fizeram várias indagações sobre as tecnologias ligadas à contracepção, como os anticoncepcionais, a laqueadura e a vasectomia.

Após as discussões, o trabalho foi finalizado com uma avaliação geral sobre o mini-curso, em que os alunos puderam se expressar mais uma vez sobre como perceberam todo o processo. Após a avaliação geral, quatro alunos participaram de uma entrevista coletiva (grupo focal) para finalizarmos a coleta de dados.

Análise de Dados

Analisamos os dados obtidos na pesquisa com base nos seguintes aspectos: i) articulação da tríade CTS; ii) metodologia de ensino e recursos didáticos utilizados; iii) percepção dos alunos e dos pesquisadores sobre o processo.

Articulação da tríade CTS

Ao longo dos vários encontros os conceitos da Biologia, e mais especificamente da Citologia foram abordados, de modo que os estudantes revisitassem vários assuntos que tinham estudado ao longo do ensino médio. Sobre este aspecto é interessante verificar que em cursos do tipo CTS, o centro da programação é constituído por temas sociais e, nesse sentido, os conceitos científicos aparecem para que possamos analisar com sistematicidade esses temas. 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 analisadas pelo coletivo da classe (TEIXEIRA, 2003b).

Com efeito, foi preocupação constante ao longo dos encontros, o tratamento dos conteúdos de Citologia levando em consideração as questões sociais, científicas e tecnológicas, e suas recíprocas interações (HOFSTEIN, 1988; SANTOS e SCHNETZLER, 1997; SANTOS, 2007), inclusive iniciando as atividades por meio da introdução de temas sociocientíficos relacionados aos interesses, vivências e saberes dos estudantes, isto é, o processo de ensino-aprendizagem começou com problematizações extraídas da prática social.

¹⁰ Disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=VCIJUMbW7iE&feature=player_embedded#at=12.

O encontro introdutório envolveu a discussão de temáticas como epidemias, câncer, clonagem e reprodução humana. Esse momento permitiu a ocorrência de discussões preliminares sobre diversos conceitos científicos, além de menção a diversas tecnologias e questões sociais relacionadas a essas temáticas. Evidentemente, procuramos assegurar que todas essas temáticas possuíssem íntima relação com os assuntos tratados nas aulas de Citologia. A atividade introdutória abriu espaço para a abordagem de assuntos mais específicos da própria citologia (teoria celular, tipos celulares, componentes celulares, processos celulares etc.), que passaram então a amparar as discussões sobre as temáticas sociocientíficas aprofundadas ao longo do curso. Assim, procuramos formatar o trabalho de modo a articular os aspectos conceituais aos temas sociocientíficos, contextualizando os conteúdos abordados ao longo do curso de maneira a atingir alguns dos objetivos assinalados por Santos (2007): i) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; ii) auxiliar a aprendizagem de conceitos científicos; iii) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com os problemas do cotidiano. Em alguns depoimentos obtidos junto aos estudantes, eles reconhecem esse trabalho de articulação CTS desenvolvido ao longo da SD:

“(...) Para mim está sendo uma experiência muito agradável e de grande importância, pois se toma um contato de que os assuntos estudados estão presentes de várias maneiras em nossa vida” (aluno 1)
“Tá sendo legal porque cada dia é um tema diferente e interessante para ser discutido e abrir os nossos olhos para os tempos de hoje” (aluno 3)
“Abordou temas que são bastante discutidos, polêmicos [...]; como a tecnologia, a ciência [...]” (aluno 11)

Entre as temáticas a atrair o interesse dos estudantes, podemos citar o exemplo das epidemias virais, sua ocorrência e disseminação pelo mundo e pelo Brasil; a influência de aspectos culturais na disseminação de doenças; as dificuldades para a produção de vacinas; a indústria farmacêutica e sua relação com as pesquisas e a saúde pública; pesquisas e questões éticas associadas à clonagem e pesquisas com “*células tronco*”; pesquisas envolvendo a manipulação de embriões; o papel do ambiente, da herança genética e de hábitos da vida moderna na promoção do câncer; a importância da realização do diagnóstico precoce em relação ao câncer; os limites e possibilidades para tratamento do câncer; os problemas enfrentados pelas pessoas que fazem quimioterapia; a utilização da fertilização *in vitro* para casais com problemas de fertilidade; e a utilização das tecnologias anticoncepcionais disponíveis para o controle da natalidade e proteção em relação às DST's. Como se nota, a SD constituiu-se numa experiência valiosa para os estudantes, já que eles puderam, a partir da articulação da tríade CTS, entrar em contato com uma série de assuntos, ter acesso a novas informações, discutir diferentes argumentos sobre questões controversas, e enfim, ampliar seus conhecimentos.

Metodologia de ensino e recursos didáticos utilizados

Tais aspectos foram alvos de reflexão desde o planejamento da SD, de forma a atender a ideia de um curso que primasse pela dinâmica metodológica, pelo uso de múltiplos recursos didáticos e pelo desenvolvimento de uma abordagem interativa e dialógica.

Como indicam diversos estudos sobre as propostas CTS (HOFSTEIN et al., 1988; SANTOS e SCHNETZLER, 1997; AULER, 2002; TEIXEIRA, 2003a; TEIXEIRA, 2003b), procuramos utilizar diversas estratégias: dinâmicas de grupo, discussões, exposições dialogadas, sessões de debates, simulações, enquetes, aulas práticas, projeção de vídeos, resoluções de problemas e leituras. Evidentemente, essas atividades pressupõem “a participação ativa dos alunos mediada pela ação docente” (SANTOS e SCHNETZLER, 1997, p. 86). Nesse aspecto, é importante frisar que o envolvimento ativo dos estudantes não aconteceu imediatamente, logo no início da intervenção, mas foi estimulado e cresceu significativamente ao longo de todo o

processo, sobretudo no que diz respeito à participação nas discussões e debates que envolviam temas de natureza polêmica. Esse foi um aspecto considerado positivo, pois muitos alunos disseram que não eram estimulados a participar nas aulas regulares de Biologia.

No que diz respeito aos recursos didáticos empregados ao longo do processo, procuramos também lançar mão dos mais diversos recursos e materiais que poderíamos ter acesso: áudio visuais (vídeos, projetores, apresentações em *PowerPoint*, animações etc.), diversas modalidades de textos, modelos didáticos, microscópios, laboratório etc. Essa diversidade de recursos e estratégias de ensino alavancou a participação e o interesse dos estudantes pelas atividades, como evidenciam os depoimentos a seguir:

“Esse foi o primeiro curso que tive que a aula não é cansativa” (aluno 2);

“(…), eu nunca tive a oportunidade de observar células em um microscópio, só via as figuras nos livros, o que é totalmente diferente.” (aluno 12)

“As aulas (...) foram apresentadas de maneira construtiva e diversificadas, chamando a atenção dos aprendizes” (aluno 3)

Percepções dos estudantes e dos pesquisadores sobre o processo

Além das observações sistemáticas realizadas ao longo do processo, recolhemos depoimentos que ajudaram a compreender como os estudantes perceberam as atividades realizadas. Aqui a nossa preocupação foi responder as seguintes perguntas: o curso foi significativo para os alunos? Ele contribuiu para aumentar o envolvimento, a motivação e a autonomia dos estudantes? Com efeito, em vários depoimentos coletados junto aos alunos, eles deixam transparecer um sentimento de satisfação com o projeto, tanto no sentido de aprofundar seus estudos em Citologia, quanto no sentido de poderem discutir aspectos relativos a várias temáticas de interesse e relevância social. Como já antecipamos, os encontros parecem ter contribuído para que os alunos desenvolvessem reflexões, analisassem problemáticas de natureza contraditória e definissem posicionamentos em relação aos aspectos sociocientíficos. Enfim, eles conseguiram articular o que estavam estudando com o seu cotidiano:

“Aprendemos que a Citologia compreende quase toda a Biologia, porque é a partir das células que desencadeia [sic] todos os assuntos importantes e críticos, como por exemplo, a clonagem com células-tronco um assunto muito discutido entre a sociedade” (aluno 20)

“Existiu mais interesse em conhecer de perto as coisas da ciência e da tecnologia; é mais interessante do que só estudar no livro” (aluno 13)

Outro indicador refere-se à motivação e o envolvimento dos estudantes para discussão dos temas sociocientíficos abordados ao longo do curso. De fato, a introdução dessas temáticas, conforme prevê a literatura CTS, suscitou debates, discussões e algum desenvolvimento nos processos argumentativos, contribuindo para a formação dos educandos.

“o curso faz com que os alunos possam se habituar em falar em público e aprender a conviver em sociedade” (aluno 1)

Por fim, outro item que denota o envolvimento dos estudantes está na frequência deles ao longo de todo o processo. Considerando que as atividades aconteceram fora do horário regular das aulas na escola, num período ao longo de dois meses, envolvendo inclusive atividades nos sábados, e em diferentes locais (ora na escola, ora na Universidade), quase a totalidade dos alunos participantes apresentou percentual de frequência superior a 75%, o que evidencia um nível de interesse que se manteve durante as atividades realizadas.

Notamos também, ao longo da investigação, diversos aspectos importantes para a nossa prática pedagógica. Percebemos que embora seja fascinante, essa proposta também é desafiadora. O trabalho de preparação para cada encontro envolveu tempo considerável, muita pesquisa e estudo, e reuniões de trabalho, de forma a selecionar estratégias e recursos para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem. Nosso papel como professores também sofreu

modificações, no sentido de maximizar os esforços para incentivar a participação dos alunos; e no sentido de alterar nosso papel, de meros transmissores de conhecimento, para mediadores e organizadores das atividades de ensino-aprendizagem (HOFSTEIN et al., 1988; TEIXEIRA, 2003a; TEIXEIRA, 2003b).

Nem sempre foi fácil mobilizar a participação dos alunos, sobretudo na parte inicial do curso, porque eles estão acostumados a uma tradição de ensino em que a participação ainda é algo ocasional. Neste caso, é preciso insistir e incentivar os estudantes para que eles se envolvam com as atividades, pois entendemos que a participação, a interação aluno-aluno e aluno-professor potencializa o processo de ensino-aprendizagem (MUENCHEN et al., 2005). O desenvolvimento da SD trouxe a convicção de que tais esforços são recompensadores. Os alunos sentem-se estimulados a participar das aulas, a interagir com os docentes e outros colegas, a relacionar o conhecimento com o seu cotidiano e a debater diversos pontos de vista, exercitando seu espírito crítico.

Considerações Finais

Este trabalho faz parte de uma pesquisa mais ampla, cujo objetivo é analisar a introdução do enfoque CTS nas aulas da disciplina escolar Biologia. Como tal, é preciso tomá-lo com cuidado, procurando observar seus limites e possibilidades. A intervenção realizada revelou-se interessante proposta no campo da educação científica, abrindo espaço em sala de aula para a abordagem de questões sociocientíficas que nem sempre estão presentes nas aulas regulares da disciplina escolar Biologia. É importante frisar que este foi um ensaio pontual, que precisa ser aprofundado por meio de outras pesquisas, para avaliarmos com mais precisão os impactos do enfoque CTS em situações concretas de ensino-aprendizagem.

Sem desconsiderar os aspectos positivos já mencionados na seção anterior, foi possível detectar algumas limitações que desejamos comentar neste momento. Inicialmente, é preciso considerar as condições efetivas em que o projeto se desenvolveu: i) a turma de estudantes envolvida na pesquisa foi composta por 24 alunos, todos voluntários; em contrapartida, nas classes regulares encontramos turmas com 30-40 alunos; ii) dispusemos de um tempo exclusivo para o planejamento da proposta, ao passo que nem sempre os professores têm a sua disposição uma carga horária que permita a reflexão sobre a própria prática e a busca de alternativas para melhoria da prática pedagógica; iii) ademais, nas escolas, cada aula não passa de 50 minutos, no máximo 100 minutos, se considerarmos duas aulas conjugadas; ao passo que em nosso projeto, trabalhamos com encontros de três horas, com ganho significativo em termos de organização e gestão pedagógica das diferentes atividades; iv) alguns dos recursos didáticos utilizados durante o projeto nem sempre estão disponíveis nas escolas, dificultando a diversificação do uso de recursos por parte dos professores.

Outro aspecto a comentar se refere ao caráter interdisciplinar, que segundo a literatura, poderia caracterizar as propostas CTS. A interdisciplinaridade é mencionada no sentido de que as discussões sobre CTS deveriam envolver um conjunto de disciplinas (STRIEDER, 2008). Em nosso caso, nos limitamos ao trabalho com a disciplina de Biologia, notadamente na parte referente à Citologia. Mesmo assim, acreditamos que em várias situações, extrapolamos o enfoque reducionista e conceitual inerente a dimensão internalista da disciplina. Isso é visível quando entraram em cena as discussões de aspectos sociais, éticos, políticos, culturais, econômicos, ambientais, tecnológicos, saúde pública etc., que permearam o tratamento do temas abordados ao longo da SD. Com isso, estamos a defender que é possível pensar em romper com a fragmentação disciplinar, a partir de projetos que partam das atividades de uma disciplina, desde que haja a construção de interfaces com outras áreas de interesse e relevância para a formação dos estudantes.

Um aspecto importante que não desenvolvemos no projeto se refere às discussões sobre a natureza da ciência. Embora, em alguns momentos, colocamos em foco a suposta neutralidade da ciência, e os interesses que influenciam a atividade científica e tecnológica, não houve espaço para o aprofundamento dessas discussões, abrindo uma lacuna que poderá ser explorada em experiências futuras.

Como mencionamos antes, essa pesquisa envolveu o planejamento e a aplicação pontual de uma SD inspirada no Movimento CTS. Entendemos que é a partir da análise de experiências como essa, verificando os erros e os acertos, que poderemos dar saltos mais ambiciosos, no sentido de aplicar o enfoque CTS em situações mais abrangentes, que envolvam, por exemplo, o tratamento de uma disciplina anual (ou mesmo ao longo de todos os três anos do Ensino Médio) incorporando as propostas CTS. Concordamos com Auler (2002) e Strieder (2008) ao afirmarem que, para provocar mudanças mais radicais, são necessárias mudanças graduais e/ou pontuais, que inspirem e dêem mais solidez a nossa caminhada em direção a uma educação em ciências de mais qualidade. De qualquer forma, a análise mostrou que o projeto realizado oferece interessantes subsídios para mudanças no ensino-aprendizagem em ciências/biologia, pelo uso de recursos, diversidade de estratégias, maior interação professor-aluno e abordagem contextualizada dos conteúdos.

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.

_____. 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.

_____. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. S. **STS education**: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994, p.47-59.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Tese (Doutorado em Educação). Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

_____. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua implementação no ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6, 1998. **Anais...** Florianópolis: SBF, 1998, p. 268-271.

_____.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria**, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

CACHAPUZ, A. et al. Do estado da arte da pesquisa em Educação em Ciências: linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. **Alexandria**, v. 1, n. 1, p. 27-49, 2008.

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

HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, 1988, p. 357-366.

HOLMAN, J. Editor's introduction: Science-technology-society education. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, 1988, p. 343-345.

HUNSCHE, S. et al. O enfoque CTS no contexto brasileiro: caracterização segundo periódicos da área de educação em ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo de ciências**. São Paulo: EPU, 1987.

LEMGRUBER, M. S. Um panorama da educação em ciências. **Educação em Foco**, v. 5, n. 1, p. 13-28, 2000.

- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.
- MUENCHEN, C. et al. Enfoque CTS: configurações curriculares sensíveis a temas contemporâneos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, Bauru, 2005. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. Cd Rom.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino CTS. **Alexandria**, v. 1, n.1, p. 109-131, 2008.
- _____. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, v.1, nº especial, 2007.
- _____.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia– Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**, v. 2, n. 2, 2002, p. 1-23.
- _____. SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. Ijuí: Ed. Unijuí, 1997.
- SILVA, S. G.; CICILLINI, G. A. O enfoque CTS no ensino de ciências: o que diz a prática docente? In: ESCOLA DE VERÃO P/ PROFESSORES DE PRÁTICA DE ENSINO DE BIOLOGIA, FÍSICA, QUÍMICA E ÁREAS AFINS, 6, 2003. **Coletânea...** Rio de Janeiro: SBENBIO/UFF, 2003. Cd Rom.
- STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e ensino médio**: espaços de articulação. Dissertação (Mestrado)- Programa de PG Interunidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- _____. KAWAMURA, M. R. Panorama das pesquisas pautadas por abordagens CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009.
- TEIXEIRA, P. M. M. O enfoque CTS na pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil: estudo baseado em dissertações e teses. In: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS, 2, 2010. **Anais...** Brasília: UnB, 2010. Cd. Rom.
- _____. **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.
- _____. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003a.
- _____. Movimento CTS e suas proposições para o ensino de Ciências. In: _____. **Temas emergentes em educação científica**. Vitória da Conquista/BA: Edições Uesb, 2003b, p. 13-34.
- TRIVELATO, S. L. F. O ensino de ciências e as preocupações com as relações CTS. Juiz de Fora, **Educação em Foco**, v. 5, n. 1, 2000, p. 43-54.