

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Educação - FaE

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG

Especialização em Educação em Ciências

FERNANDA CALDEIRA BRANT

**PESQUISAS COM CÉLULAS-TRONCO
EMBRIONÁRIAS: ESTAMOS DE ACORDO?
OS DESAFIOS DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA
ABORDAGEM CTS**

**Belo Horizonte
Novembro 2019**

FERNANDA CALDEIRA BRANT

**PESQUISAS COM CÉLULAS-TRONCO
EMBRIONÁRIAS: ESTAMOS DE ACORDO?
OS DESAFIOS DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA
ABORDAGEM CTS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no curso Especialização em Educação em Ciências, do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de especialista.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientador (a): Daniela Campolina Vieira

**Belo Horizonte
Novembro 2019**

B821p
TCC

Brant, Fernanda Caldeira, 1980-

Pesquisas com células-tronco embrionárias [manuscrito] : estamos de acordo? os desafios de uma sequência didática na abordagem CTS / Fernanda Caldeira Brant. - Belo Horizonte, 2019.

27 f., il.

Inclui bibliografia.

Trabalho de Conclusão de Curso -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientadora: Daniela Campolina Vieira

1. Biologia - Estudo e ensino. 2. Ciência - Estudo e ensino. 3. Cidadania. 4. Células tronco embrionárias.

I. Vieira, Daniela Campolina. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação. III. Título.

CDD - 574.07

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivaney Duarte. CRB6 2409

(Atenção: É proibida a alteração no conteúdo, na forma e na diagramação gráfica da ficha catalográfica¹.)

* Ficha catalográfica elaborada com base nas informações fornecidas pelo autor, sem a presença do trabalho físico completo. A veracidade e correção das informações é de inteira responsabilidade do autor, conforme Art. 299, do Decreto Lei nº 2.848 de 07 de Dezembro de 1940 - "Omitir, em documento público ou particular, declaração que dele devia constar, ou nele inserir ou fazer inserir declaração falsa ou diversa da que devia ser escrita..."

† Conforme Art. 297, do Decreto Lei nº 2.848 de 07 de Dezembro de 1940: "Falsificar, no todo ou em parte, documento público, ou alterar documento público verdadeiro..."

Dados de Identificação:

ALUNO: FERNANDA CALDEIRA BRANT
TÍTULO DO TRABALHO: PESQUISA COM CÉLULAS-TRONCO
EMBRIONÁRIAS: ESTAMOS DE ACORDO? OS DESAFIOS DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA ABORDAGEM CTS.

Banca Examinadora:

Professor Orientador: Daniela Campolina Vieira
Professor Examinador: Claudio Sergio Estevam

Parecer:

Aos 30 dias do mês de novembro de 2019, reuniram-se na sala 501 do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) Fernanda Caldeira Brant. Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Assim sendo, a banca considera o trabalho () aprovado
(X) aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020
() reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, 30 de novembro de 2019

Assinatura da banca:

Daniela Campolina Vieira / *Claudio Sergio Estevam*

NOTA:

94,0

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

Resumo

O ensino de Biologia na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) ainda não é frequente no Brasil, sendo pouco comum nos livros didáticos. Para avaliar os desafios em se trabalhar na abordagem CTS com alunos de ensino médio foi elaborada e aplicada uma sequência didática tendo como pano de fundo a polêmica envolvendo as pesquisas com células-tronco embrionárias. Foram utilizados apresentação de trabalhos, debate, redação, localização e análise de reportagens. O tempo gasto para elaboração do material didático e desenvolvimento das atividades foi o maior desafio encontrado pela professora. Os alunos demonstram dificuldade em realizar apresentações orais, debater o conteúdo e redigir redações, mas a realização de mais atividades dessas pode ajudar no desenvolvimento de habilidades cognitivas importantes para o exercício da cidadania. O uso de reportagens de veiculação nacional pode ser apontado como um material didático interessante, pois atende à abordagem CTS e auxilia na aprendizagem.

Palavras chave: educação científica, CTS, ensino de biologia, cidadania.

Abstract

Teaching biology through the Science Technology Society (STS) approach is not yet frequent in Brazil, being uncommon in textbooks. To evaluate the challenges of working with the STS approach with high school students, a sequence of learning activities based on the controversy involving embryonic stem cell research was elaborated and applied. Oral presentations, debate, essays writing, search and analysis of news articles were used. The time spent preparing the material and developing the activities was the biggest challenge encountered by the teacher. Students have difficulty giving oral presentations, discussing content, and writing essays, but performing more of these activities can help develop cognitive skills that are important for citizenship. The use of national news articles can be pointed as an interesting learning activities, as it agrees with the STS approach and assists the learning process.

Key words: science education, STS, biology teaching, citizenship.

SUMÁRIO

Introdução	7
Referencial Teórico	9
Metodologia	11
Resultados e discussões	15
As apresentações	15
O debate	16
As reportagens	17
A redação	18
A prova	19
Os questionários iniciais e finais	20
As reflexões da professora pesquisadora	21
Conclusão	23
Referências	25

Introdução

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) afirma que é papel das escolas participar da formação cidadã de crianças e jovens, possibilitando que eles sejam capazes de enfrentar os desafios reais do mundo moderno de forma crítica e responsável. Nesta formação cidadã as Ciências da Natureza devem contribuir para que os jovens utilizem seus conhecimentos para investigar e analisar situações cotidianas que envolvam conhecimentos científicos e tecnológicos de forma a possibilitar a avaliação de benefícios, riscos e implicações de sua utilização nas esferas sociais, econômicas, culturais, políticas, éticas e morais (BRASIL, 2018).

Para tanto, é necessário que além da compreensão do conhecimento cientificamente construído, o jovem desenvolva habilidades de argumentação para que possa defender suas ideias e tomar decisões conscientes. Tomada de decisão, resolução de problemas e pensamento crítico (pensamento racional, lógico, capaz de avaliar o que aceitar e acreditar, seguido por uma decisão e por uma ação correspondente) são as chamadas habilidades cognitivas superiores e estão associadas a aplicação de conceitos, indo além de simplesmente conhecer e entender um conceito (habilidades cognitivas inferiores) (ZOLLER, 1993). Para Zoller (1993), a educação científica deve levar o aluno a desenvolver as habilidades cognitivas superiores, pois elas são essenciais para a cidadania e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) pode ajudar neste desenvolvimento ao engajar o aluno em seu processo de aprendizagem. Esta ideia é compartilhada por Santos (2012), segundo o qual compreender as relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade é fundamental para o desenvolvimento da cidadania, pois auxilia na preparação do indivíduo na tomada de decisões (SANTOS, 2012).

Considerando a necessidade de formar cidadãos críticos, capazes de argumentar e tomar decisões de forma consciente e a importância da participação da Biologia nesta formação, optou-se por utilizar a abordagem CTS para o estudo das células-tronco (CT). Células-tronco e suas potenciais aplicações em pesquisas e tratamento de doenças fazem parte do conteúdo de Biologia estudado no Ensino Médio, estando associado à Reprodução humana, a Histologia (estudo dos tecidos animais) e a Biotecnologia (técnicas que utilizam organismos vivos para produção de produtos ou processos específicos) (UZUNIAN E BIRNER, 2013).

Para promover a educação CTS de forma contextualizada, Aikenhead (1994) afirma que a abordagem CTS geralmente inicia com alguma questão ou problema social a ser compreendido, o que gera a necessidade de compreender a tecnologia envolvida, o que por sua vez demanda um conhecimento científico. Entretanto, esta abordagem não termina no conhecimento científico, mas volta para a sociedade ao possibilitar aos estudantes tomarem decisões bem informadas a respeito da questão social estudada. A questão social abordada no presente trabalho refere-se a polêmica em torno da realização de pesquisas com células-tronco embrionárias (CTE) no Brasil. Dentre os conhecimentos científicos mobilizados para argumentar sobre essa questão pode-se citar: o que são CTE, a forma de obtenção das CTE, seus tipos e potenciais usos, as pesquisas nas quais são usadas. Além disso, há a necessidade de se compreender as técnicas e tecnologias envolvendo a obtenção das CTE. O exercício de os alunos se posicionarem sobre as pesquisas é um dos possíveis resultados da sequência didática, ou seja, a volta para a sociedade.

A polêmica em torno das pesquisas com células-tronco embrionárias (CTE) começou no Brasil em meados dos anos 2000 com a formulação da Lei nº11.105 de 2005 que dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança, que além de versar sobre os Organismos Geneticamente Modificados também estipula normas de utilização das células-tronco embrionárias em pesquisas científicas. De acordo com o artigo 5º da referida lei, pode-se utilizar em pesquisas e terapias as CTE obtidas a partir de embriões congelados, não utilizados após técnica de fertilização *in-vitro*, que sejam inviáveis ou estejam congelados a mais de três anos e se houver o consentimento dos genitores, sendo as pesquisas aprovadas por Comitês de ética, tendo o material biológico sua venda proibida (BRASIL, 2005).

Nos debates realizados antes da promulgação da lei, grupos favoráveis e contrários à utilização das células-tronco embrionárias para pesquisa foram chamados a apresentar seus argumentos. Cientistas, grupos religiosos e pessoas que aguardam o desenvolvimento de tratamentos para doenças hoje incuráveis, se manifestaram. O argumento pró-vida foi o mais utilizado para tentar impedir o uso destas células nas pesquisas, afirmando que o embrião mesmo congelado é um ser vivo dotado de direitos ao qual o Estado deve proteger. Para defender as pesquisas o principal argumento utilizado foi que o embrião não é um ser vivo por não ter capacidade de desenvolver-se fora do organismo materno. Entretanto, o argumento definitivo para a liberação destas células para pesquisas foi que embriões velhos (mais de três anos) começam a ficar inviáveis para a implementação no útero e acabariam sendo descartados (FREITAS, 2013).

O presente trabalho apresenta a análise de uma sequência didática elaborada e aplicada a alunos do 2º ano do ensino médio. O debate em torno das pesquisas com as células-tronco embrionárias serviu de pano de fundo para o estudo das células-tronco (o que são e tipos, contextos de obtenção e utilização) na abordagem CTS, na qual buscou também desenvolver a reflexão e a capacidade de argumentação dos alunos como uma habilidade importante na formação e exercício da cidadania.

A análise da sequência didática objetivou identificar possíveis desafios e dificuldades na implementação da abordagem CTS como prática de ensino de Biologia e é apresentada aqui como parte do trabalho de conclusão do curso de Especialização em Educação em Ciências (Ceci)¹, uma vez que trabalhar a temática de células-tronco e seus usos tem grande potencial na perspectiva de abordagem CTS. Mesmo com os documentos educacionais do governo federal para o ensino médio apresentando a abordagem CTS como proposição curricular (publicados desde a década de 1990 até a BNCC divulgada em 2016) (STRIEDER *et al.*, 2016), esta abordagem não é frequente em grande parte dos livros didáticos, não sendo muito utilizada pelos professores de Biologia, e poucos trabalhos na abordagem CTS na área de Biologia são encontrados (PINTO E VERMELHO, 2017). Ainda segundo Strieder *et al.* (2016), esses documentos apresentam a educação CTS de forma vaga, que os autores não consideram ser suficiente para promover esta abordagem como prática pedagógica, o que também pode explicar o baixo número de trabalhos na área.

Portanto, espera-se que a sequência didática elaborada e analisada possa auxiliar no campo da abordagem CTS, considerando que a questão de CTE enquadra-se em uma temática atual e com discussões interessantes no contexto brasileiro.

¹ Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais (CECIMIG) / Faculdade de Educação (FaE) / Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Referencial teórico

Ciência, Tecnologia e Sociedade, ou simplesmente CTS, é uma abordagem de ensino centrada no aluno que tem por objetivo a compreensão de suas experiências cotidianas. Nesta tríade, Ciência representa o ambiente natural, Tecnologia representa o ambiente artificialmente construído e Sociedade o ambiente social. Assim, CTS “refere-se ao ensino dos fenômenos naturais de maneira a incorporar a ciência no ambiente tecnológico e social do aluno” (AIKENHEAD, 1994). Ou seja, o conteúdo de ciências é integrado ao mundo do aluno.

De acordo com Bybee (1985, p.85 *apud* AIKENHEAD, 1994) são três os objetivos da educação CTS: aquisição de conhecimento (conceitos) para a vida pessoal, em uma perspectiva civil e cultural; desenvolvimento de habilidades de aprendizagem para obter informações para solucionar problemas e tomar decisões; desenvolvimento de valores e ideias relacionados à questões locais, problemas globais e políticas públicas. Estes três objetivos corroboram com as ideias de Santos e Mortimer (2009) de que a abordagem CTS pode possibilitar uma mudança no ensino de ciências aproximando-o mais do papel social de formação do cidadão numa perspectiva humanista.

Como a ciência afeta a vida de todos cidadãos é importante se conhecer as implicações éticas, sociais e econômicas dos avanços da ciência. Desta forma, o ensino CTS justifica-se por possibilitar este conhecimento além de poder contribuir para a formação da moral dos estudantes ao ouvir opiniões distintas das suas, exercitar o diálogo e avaliar situações (GUIMARÃES, 2011). Assim, na educação CTS devem ser realizadas várias atividades escolares para que a temática possa ser explorada considerando não somente os conhecimentos científicos e tecnológicos como também seus aspectos econômico, social, político, cultural, ambiental e ético (SANTOS, 2012).

Nesta mesma lógica, Conrado e Nunes-Neto (2018) propõem a promoção da educação CTS em sala de aula de forma contextualizada e multidisciplinar com o uso de questões sociocientíficas (QSC) que busquem discutir soluções para situações complexas e controversas com base em conhecimentos científicos. As QSC geralmente são temas controversos que costumam ser discutidos na mídia e envolvem também aspectos políticos, sociais (PÉREZ E CARVALHO, 2012), ambientais, econômicos, éticos e culturais (SANTOS E MORTIMER, 2009). Assim, o progresso científico-tecnológico é abordado não apenas levando em consideração o conhecimento científico, mas também os aspectos éticos, sociais e políticos (PÉREZ E CARVALHO, 2012).

As pesquisas utilizando CTE são um tema que gera opiniões diversas, que têm aspectos científicos, tecnológicos, econômicos, religiosos e sociais envolvidos, sendo caracterizado como uma questão sociocientífica que pode ser usada para promover a educação CTS. Além disso, utilizar um projeto de lei (ou lei) para abordar QSC na abordagem CTS é uma forma de mostrar aos estudantes que os conhecimentos científicos são importantes para a formulação de leis, mesmo que não sejam o único conhecimento necessário; que a legislação tem consequências sociais; que os atores envolvidos na elaboração de leis não são neutros; além de possibilitar a compreensão de como as leis são formuladas e aprovadas (CARVALHO *et al.*, 2018). Assim, pode-se afirmar que o debate sobre as pesquisas com CTE e o uso da legislação em sala de aula auxiliam na formação da cidadania.

Células-tronco (CT) são células com grande capacidade de diferenciação celular (gerar diferentes tipos de células) e autorregeneração (divisão celular para gerar novas células-tronco). Ao longo de nossa vida são estas células que são usadas na cicatrização de tecidos e reposição de células mortas (ISSCR, 2008). As células-tronco podem ser divididas em três grupos: embrionárias, adultas e pluripotentes induzidas. Células-tronco embrionárias são encontradas em embriões com quatro a cinco dias de fecundação (estágio de blastocisto) e podem ser transformadas em qualquer tipo de célula de um indivíduo, sendo assim consideradas pluripotentes (ANVISA, 2016; ISSCR, 2008; Gage, 2000), o que as tornam especialmente importante para as pesquisas. Já as células-tronco adultas têm uma capacidade limitada de diferenciação e podem resultar em células do mesmo tecido no qual elas se encontram, sendo consideradas multipotentes. Células da medula óssea e do cordão umbilical são células-tronco adultas, assim como células presentes na pele, fígado, pâncreas e em outros locais com a finalidade de regeneração celular ao longo da vida (ANVISA, 2016; ISSCR, 2008; Gage, 2000). As células-tronco pluripotentes induzidas são células adultas que sofreram reprogramação de seu material genético (em laboratório) fazendo com que elas recuperassem as características de células-tronco embrionárias (ANVISA, 2016; ISSCR, 2008).

Na sequência didática elaborada e analisada, as células-tronco embrionárias tiveram papel central devido às controvérsias existentes em torno de seus usos nas pesquisas, uma vez que na abordagem CTS os conhecimentos científicos devem ser estudados dentro de seu contexto social de aplicação (SANTOS & MORTIMER, 2002).

Alguns trabalhos já foram desenvolvidos utilizando as células-tronco como questão sociocientífica em sala de aula, o que reforça a ideia de que este é um tema significativo na educação CTS. Guimarães (2011) utilizou textos e vídeos com um grupo focal de licenciandos em Ciências e Biologia para analisar a argumentação destes alunos também no contexto da polêmica envolvendo as pesquisas com células-tronco embrionárias. Souza *et al.* (2013) tendo as perguntas “O que são células-tronco? Como células-tronco são produzidas?” como problematizadoras e utilizando texto como material de estudo para os alunos, avaliaram a reflexão de alunos do ensino médio sobre os aspectos éticos envolvidos nesta biotecnologia. Oliveira *et al.* (2016) basearam o trabalho com alunos do ensino médio no Estatuto do Nascituro e nas pesquisas com células-tronco embrionárias objetivando a alfabetização científica, o conhecimento da legislação e o desenvolvimento da visão crítica dos alunos.

Diferentemente dos trabalhos citados, que tiveram como foco principal analisar a contribuição do estudo das células-tronco na abordagem CTS no desenvolvimento de habilidades associadas à cidadania (reflexão crítica e argumentação), este trabalho visa analisar os desafios de se implementar a abordagem CTS nas aulas de Biologia.

Metodologia

Para avaliar os desafios do uso da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas aulas de Biologia do ensino médio foi elaborada uma sequência didática sobre o uso de células-tronco embrionárias (CTE) em pesquisas no Brasil. A pesquisadora, cursista do Ceci, é a professora de Biologia da turma na qual a sequência foi aplicada.

A sequência didática foi desenvolvida com uma turma de 13 alunos da 2ª série do ensino médio de uma escola técnica da região metropolitana de Belo Horizonte. As atividades foram desenvolvidas majoritariamente nas aulas de Biologia pela professora da turma, em duas aulas semanais de 1 hora e 40 minutos, além de partes de outras três aulas de Biologia, sendo uma atividade desenvolvida pela professora de Português (1h40min). As atividades fizeram parte do conteúdo curricular de reprodução humana e ocorreram nos meses de maio e junho de 2019. Entre o questionário inicial e a apresentação houve aulas de outros temas. O mesmo ocorreu entre o questionário final e a prova.

As diversas atividades desenvolvidas na sequência didática buscaram resultados distintos, mas complementares, sendo todos associados à educação CTS e ao desenvolvimento das habilidades cognitivas superiores – tomada de decisão, resolução de problemas e pensamento crítico. A integração da abordagem CTS com aulas expositivas, a participação ativa dos alunos com trabalhos em grupo, discussões em sala de aula e a promoção dos questionamentos são algumas estratégias de ensino que podem ser usadas (ZOLLER, 1993). Assim, pensando no desenvolvimento destas habilidades, foi elaborada uma sequência didática com apresentação de trabalhos, debate, redação, localização e análise de reportagens. Os alunos também preencheram a dois questionários e fizeram três questões de prova sobre as células-tronco.

Considerando que a abordagem CTS tem um viés social, considerou-se que os alunos, como parte da sociedade, deveriam ter participação ativa na realização das atividades da sequência didática, portanto, os próprios alunos apresentaram aos colegas o conteúdo trabalhado, bem como selecionaram as reportagens a serem analisadas, sendo que a professora de Biologia fez apenas uma abordagem inicial e superficial ao explicar as células-tronco no contexto da produção de células sanguíneas no tecido hematopoiético.

Para a coleta de dados usou-se o caderno de campo no qual foram registradas as observações das apresentações e do debate, bem como reflexões feitas pela professora ao longo do processo. A professora de Português também fez alguns apontamentos sobre a realização da atividade por ela coordenada. No questionário final o próprio aluno indicou as dificuldades que teve ao longo do processo. O objetivo deste trabalho não é avaliar a aprendizagem dos alunos, entretanto, o uso da abordagem CTS em sala de aula só é viável se a aprendizagem ocorrer e as habilidades pretendidas forem desenvolvidas. Assim, para avaliar a aprendizagem no contexto da disciplina de Biologia, usou-se os questionários inicial e final, o debate, a redação e as questões de prova.

Para levantamento do conhecimento prévio dos alunos sobre as células-tronco e seus tipos, cada um preencheu um questionário inicial, com questões objetivas e dissertativas (parte de uma aula – semana 1). Este questionário abordou também a opinião dos alunos sobre as pesquisas com CTE; o contato deles com algumas doenças; se eles se consideram religiosos (mas sem questionar qual a religião de

cada um); e qual o posicionamento da religião deles em relação às pesquisas com CTE.

A partir deste questionário inicial os alunos foram divididos em três grupos (parte de uma aula – semana 2) para apresentar aos colegas as visões de diferentes segmentos da sociedade brasileira sobre as pesquisas com CTE – cientistas, religiões e pessoas à espera de tratamento para algumas doenças. Para a divisão dos grupos usou-se como critérios os alunos se declararem religiosos (apresentaram os argumentos das diversas religiões em relação às pesquisas com CTE), conhecerem quatro ou mais pessoas que já tiveram as doenças elencadas (apresentaram os argumentos das pessoas à espera de tratamento para algumas doenças) e os alunos que se declararam não religiosos e conhecem três ou menos pessoas que já tiveram as doenças elencadas (apresentaram os argumentos dos cientistas).

No mesmo dia que os alunos receberam os materiais para preparar as apresentações (parte de uma aula – semana 2), receberam também as instruções para a seleção de reportagens que abordassem as células-tronco sobre qualquer perspectiva, que fossem de jornais e revistas de veiculação nacional, publicadas entre 2010 e 2019 e que deveriam ser enviadas para a professora por e-mail.

Os alunos tiveram duas semanas para elaborarem as apresentações, sendo uma atividade extraclasse. As apresentações (aula de 1h40min – semana 4) foram baseadas em materiais elaborados e fornecidos pela própria professora-pesquisadora. Entretanto, como os materiais selecionados são extensos a professora fez um recorte prévio de trechos dos textos, mas sem fazer qualquer tipo de edição nos trechos selecionados. Todos os grupos utilizaram trechos da dissertação de mestrado “A controvérsia sobre as pesquisas com células-tronco embrionárias: uma análise a partir da teoria dos sistemas” (FREITAS, 2013). Foram selecionados trechos deste trabalho que explicam as discussões feitas sobre a liberação das pesquisas com CTE no contexto da elaboração da Lei de Biossegurança (Lei nº11.105 de 2005) e os argumentos gerais utilizados contra e a favor destas pesquisas, além de trechos que explicam o que são as células-tronco e seus diferentes tipos.

Para o grupo que apresentou a visão dos cientistas (biólogos e médicos) sobre a liberação das pesquisas com CTE foi indicado um vídeo disponível no YouTube. O vídeo “Palestra na Comissão do Senado de educação e vida” é uma fala da pesquisadora Patrícia Pranke no contexto da discussão sobre a Lei de Biossegurança de 2005. Também foram indicados novos trechos da dissertação de Freitas (2013) específicos para este grupo.

Para o grupo que apresentou a visão das diversas religiões dois textos foram indicados. Mais uma vez trechos da dissertação de Freitas (2013) que faz um panorama do ponto de vista das diversas religiões (Budismo, Catolicismo, Episcopalismo, Hinduísmo, Islamismo, Judaísmo, Presbiterianismo, Metodismo, Luteranismo – Sínodo de Missouri e Luteranismo – evangélico) sobre as pesquisas com CTE e trechos do texto “A controvérsia em torno da liberação das pesquisas com células-tronco embrionárias no Brasil: posições e argumentos dos representantes da Igreja Católica” (SALES, 2014).

Para o grupo que representou as pessoas a espera de tratamento para algumas doenças foram usados trechos do “Manual do Paciente sobre Terapias com Células-Tronco” (2008) e da cartilha “Stem cell facts” (sem data), ambos da Sociedade Internacional para a Pesquisa com Células-Tronco (ISSCR) e trechos do manual “Células-Tronco, Terapias Celulares e Bancos de Células: o que é preciso saber”

(ANVISA, 2016). Também foi repassado aos alunos um levantamento sobre as pesquisas com células-tronco realizados no Brasil que estão registradas no Instituto de Pesquisa com Células-tronco da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e na Rede Nacional de Terapia Celular.

Cinco alunos representaram os cientistas, quatro alunos representaram as religiões e quatro alunos representaram as pessoas a espera de tratamento para algumas doenças. A sequência das apresentações foi definida por sorteio, sendo religiões, pessoas a espera de tratamento para algumas doenças e cientistas. Todos os grupos utilizaram apresentação de slides (PowerPoint) e a turma foi organizada em um semicírculo. As apresentações tiveram, em média, 20 minutos. Estas apresentações tiveram dois objetivos principais: aproximar os alunos do tema células-tronco, apresentar aos alunos os principais argumentos utilizados nas discussões realizadas para a aprovação da lei.

Em aula na semana posterior as apresentações (aula de 50 min - semana 5), foi realizado um debate no qual os alunos deveriam expor suas impressões sobre os conteúdos apresentados, bem como posicionar-se sobre o uso das CTE em pesquisas no Brasil. Neste debate buscou-se avaliar a apropriação dos conceitos e argumentos utilizados.

No mesmo dia do debate (aula de 50 min - semana 5), os alunos divididos em grupos fizeram a análise de reportagens selecionadas pelos próprios colegas. Das reportagens enviadas a professora selecionou quatro, usando como critérios o fato de ser um texto e não vídeo, e de ser uma reportagem e não apenas uma nota. Aspectos pré-determinados foram analisados pelos alunos e nenhum aluno analisou a reportagem que ele próprio havia selecionado. Os alunos analisaram se a reportagem apresentava o conceito de células-tronco; se uma pessoa leiga, sem conhecimentos sobre o assunto, conseguiria compreender a reportagem; e se a reportagem apresentava algum posicionamento contrário ou favorável às pesquisas com células-tronco. Esta atividade teve como objetivo principal que os alunos tivessem contato com as células-tronco da forma que elas são apresentadas cotidianamente à sociedade pela mídia, de modo que cada aluno lesse ao menos duas reportagens sobre o assunto.

Ainda no dia do debate e da análise de reportagens os alunos preencheram o questionário final. Este questionário que contou com questões objetivas e dissertativas, abordou o conhecimento dos alunos sobre as células-tronco e seus tipos; a opinião dos alunos sobre as pesquisas com CTE; se ler/assistir reportagens sobre as células-tronco contribuiu para a formação da opinião a respeito das pesquisas com CTE; e as principais dificuldades encontradas por eles ao longo da sequência didática. A comparação dos dados do questionário inicial e final, assim como dados referentes às apresentações e discussões ocorridas durante o desenvolvimento da sequência foram considerados para a verificação da aquisição de conceitos por parte dos alunos.

As duas últimas atividades desenvolvidas na sequência didática, redação e prova, buscaram avaliar a aprendizagem dos alunos e o uso do conhecimento construído em situação da realidade dos alunos: redação nos moldes do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), na qual os alunos deveriam se posicionar a respeito das pesquisas com CTE no Brasil apresentando argumentos para tal posicionamento (atividade desenvolvida com a professora de Português em uma aula de 1h40min); e a resolução de questões objetivas de provas de vestibulares (estas questões fizeram parte da

prova final da etapa - semana 7). Redações nos moldes do Enem e resolução de questões de vestibulares são atividades às quais os alunos estão acostumados, pois fazem parte do processo avaliativo da escola.

Apesar do foco deste trabalho não ser a avaliação da aprendizagem dos alunos, é importante ressaltar que ela é objetivo das atividades escolares, independente da abordagem utilizada. Considerando que o foco da escola ainda é conteudista, se não ocorrer a aprendizagem conceitual a abordagem utilizada deve ser repensada.

Resultados e discussão

Os desafios da utilização da abordagem CTS nas aulas de Biologia serão aqui apresentados de acordo com as atividades desenvolvidas na sequência didática. Para facilitar a apresentação dos resultados, os alunos foram identificados com números de 1 a 13, precedidos pela letra A (A1 a A13).

Os dados do questionário inicial serão apresentados de forma comparativa com os dados das demais atividades.

AS APRESENTAÇÕES

Sousa e Teixeira (2014) apontam que para a efetividade da educação CTS ocorrer deve haver uma mudança de postura por parte do estudante, que sai da posição de receptor e passa a ter um papel mais ativo na sua aprendizagem, sendo chamado a participar da construção do conhecimento. Entretanto, os alunos muitas vezes não estão acostumados a isto, e a atividade de apresentação de trabalhos pode contribuir para esta mudança de postura.

Assim, com a atividade de apresentação de trabalhos esperava-se que os alunos lessem/assistissem, como atividade extraclasse, o material disponibilizado no intuito de compreenderem os conceitos relacionados às células-tronco, bem como identificarem e entenderem os argumentos utilizados por determinado segmento da sociedade e que pudessem expor de maneira clara e concisa estes conteúdos aos colegas. Entretanto, os alunos apresentaram dificuldades nas apresentações. Dos 12 alunos que apresentaram (uma ausência), sete demonstraram dominar o conteúdo que estavam apresentando e apenas três (A4, A9, A12) apresentaram os conceitos relacionados às CT em suas falas. O grupo que apresentou a posição das religiões não conseguiu expressar com clareza os argumentos utilizados, não sendo possível diferenciar o posicionamento das diversas religiões. Também não apresentaram os principais argumentos usados a época dos debates sobre a Lei de Biossegurança (argumentos usados principalmente pela Igreja Católica). Foi necessária a intervenção da professora fazendo questionamentos para que os argumentos ficassem claros.

Observou-se que alguns alunos ficaram nervosos durante as apresentações ao falar na frente dos colegas, muitas vezes tendo que recorrer às próprias anotações ou aos slides. Isto pode ser justificado pela falta de prática, podendo ser solucionado pela realização de mais atividades nas quais os alunos façam apresentações orais, pois elas podem contribuir para desenvolver não só as habilidades cognitivas superiores como habilidades associadas à comunicação – utilização de diferentes linguagens para se expressar e partilhar informações, que é uma das competências gerais da educação básica apresentadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018, p. 09).

Alguns alunos também não prestaram muita atenção nas apresentações dos colegas, ficando mais preocupados em se preparar para as suas próprias apresentações. Entretanto, alunos não prestando atenção nas explicações são comuns em sala de aula, independente da atividade desenvolvida. Situações de desinteresse, alunos alheios aos acontecimentos da sala de aula e conversas paralelas também são relatadas por Santos e Mortimer (2009) ao apresentarem um estudo de caso abordando QSC nas aulas de química. A falta de costume com apresentações orais também pode ter contribuído para a ansiedade e influenciado em uma suposta falta de interesse.

O DEBATE

Quatro alunos (A4, A9, A11, A13) conseguiram explicar corretamente aos colegas os conceitos de CT e os argumentos usados por cada segmento da sociedade para ser contrário ou favorável às pesquisas com CTE. Enquanto os alunos falavam a professora registrava no quadro os conceitos de CT (células-tronco embrionárias, células-tronco adultas, células-tronco pluripotentes induzidas) e os principais argumentos contrários e favoráveis às pesquisas que os alunos apontavam, com o intuito de ajudar no debate.

No questionário inicial apenas dois alunos (A4, A13) eram favoráveis às pesquisas (e permaneceram até o final das atividades), sendo que os demais afirmaram não ter informações suficientes para se posicionarem. Já no debate, nove alunos se posicionaram e manifestaram-se favoráveis às pesquisas com células-tronco embrionárias. Dois alunos (A7, A11) disseram não ter opinião formada ao final do debate, sendo que um deles compreendeu e usou corretamente os argumentos (A11), mas ainda assim não se posicionou. Entretanto, apesar de serem indiferentes às pesquisas, quando foi citado que há um Projeto de Emenda à Constituição (PEC nº 29 de 2015) que está sendo discutido no Congresso Nacional e que pode levar à proibição das pesquisas com CTE, os dois manifestaram-se contrários à alteração da Lei de Biossegurança. Houve duas ausências no debate.

Sete alunos conseguiram utilizar os argumentos apresentados pelos grupos para embasar suas posições durante o debate. Uma aluna (A2) inclusive disse ser favorável apesar da sua religião ser contrária às pesquisas com CTE. No questionário inicial esta aluna disse não ter opinião a respeito das pesquisas com CTE, ser religiosa e não saber o posicionamento de sua religião em relação às pesquisas. A fala desta aluna durante o debate demonstra sua compreensão em relação às discussões que estavam sendo feitas, pois ela não só conseguiu compreender os argumentos e utilizá-los, bem como conseguiu fazer uma reflexão crítica e independente do que preconiza sua religião. Assim, esta situação demonstra o desenvolvimento do pensamento crítico como definido por Zoller (1993).

Uma aluna (A5), que não estava presente nas apresentações, iniciou o debate afirmando não ter conhecimento suficiente para posicionar-se. Entretanto, após as falas dos colegas ela afirmou ter compreendido os argumentos usados pelos segmentos da sociedade nas discussões à época da formulação da Lei de Biossegurança, bem como conseguiu posicionar-se.

Um aluno (A6) no início do debate mostrou-se contrário às pesquisas com CTE, mas ao longo do debate mudou de ideia. Demonstrou que não havia compreendido corretamente a forma de obtenção destas células, acreditando que elas eram extraídas de embriões formados por fecundação natural, o que causaria a morte dos embriões. Disse que se fosse este o caso, ele seria contrário às pesquisas. Após os colegas explicarem que as células são resultantes de processos de fertilização *in vitro* que seriam descartadas ele mudou de opinião, sendo favorável às pesquisas. Esta situação demonstra que para posicionar-se em relação a alguma situação é importante compreender os vários aspectos e pontos de vista, assim como os conhecimentos científicos envolvidos. Neste caso, a ciência e a tecnologia envolvidas no processo de obtenção das CTE ajudou nesta compreensão, o que corrobora com Aikenhead (1994), segundo o qual o conteúdo científico pode auxiliar o estudante a compreender questões tecnológicas e sociais.

Para os dois alunos citados acima (A5, A6) acredita-se que o debate cumpriu sua função, pois foi com o debate que eles conseguiram compreender o conteúdo científico e tecnológico, compreender os argumentos usados e posicionaram-se. Segundo a BNCC, com o debate espera-se que os alunos sejam capazes de

argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (BRASIL, 2018, p. 09).

Apesar dos alunos terem se manifestado, não houve propriamente um debate. Os alunos apresentaram-se tímidos, sendo necessário fazer perguntas para estimular a fala. O fato de não ter alunos contrários às pesquisas com CTE fez com que não houvesse defesas e negociações de ideias que geralmente caracterizam um debate. Não houve, portanto, uma discussão, pois os alunos simplesmente concordavam uns com as falas dos outros. Santos e Mortimer (2009) apontam que também encontraram dificuldades parecidas em um estudo de caso envolvendo QSC em aulas de química devido à dificuldade em explorar pontos de vista diferentes, de estabelecer um processo dialógico, de utilização dos conceitos científicos por parte dos alunos e de não haver engajamento de toda a turma.

AS REPORTAGENS

As reportagens podem auxiliar na formação científica para a cidadania por mostrar aos estudantes os contextos sociais de aplicação das pesquisas científicas, possibilitando, junto com os conhecimentos escolares, o julgamento de questões sociais (DIMOPOULOS E KOULALIDIS, 2003). A busca por reportagens sobre as células-tronco, além de estar em consonância com a educação CTS, também favorece o desenvolvimento de competências esperadas para a educação básica, pois além de se comunicar o estudante deve ser capaz “acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva” (BRASIL, 2018, p. 09).

Assim, muito mais do que ler uma reportagem era esperado que os alunos percebessem como as células-tronco vêm sendo usadas e como a mídia brasileira apresenta as células-tronco, sendo capazes de fazer uma leitura crítica, indicando se as reportagens apresentavam posicionamentos. Desta forma, mais uma vez o fator sociedade, da tríade CTS, aparece, pois para Millar e Osborne (1998 *apud* DIMOPOULOS E KOULALIDIS, 2003) um dos objetivos da abordagem CTS é possibilitar que os alunos leiam e avaliem criticamente publicações da mídia.

Os alunos não tiveram dificuldades em localizar e selecionar reportagens (apesar de dois alunos terem as enviado fora do prazo). Das 13 reportagens enviadas, duas eram na forma de vídeos e três eram notas curtas. Duas reportagens foram repetidas. Onze reportagens abordavam pesquisas para o tratamento de doenças e duas apresentavam o desenvolvimento de técnicas para melhorar a produção das CT. Para a atividade de análise das reportagens foram excluídas as notas, os vídeos e as enviadas fora do prazo, restando quatro reportagens para serem analisadas, todas associadas ao tratamento de doenças.

A análise das reportagens foi realizada em grupos. De acordo com os grupos, nenhuma das reportagens apresentava o conceito de CT, ideia compartilhada pela professora. Apenas um grupo avaliou que um leigo teria dificuldades em compreender

a reportagem por ela não apresentar o conceito de CT. Apesar de todas as reportagens abordarem os resultados positivos de tratamentos experimentais com o uso de células-tronco, um grupo afirmou que a reportagem não apresentou posicionamento em relação às pesquisas com CT.

Duas alunas afirmaram ter dificuldades em analisar as reportagens. Uma (A1) afirmou não conseguir associar os argumentos do segmento da sociedade por ela representado (cientistas) às reportagens, enquanto a outra aluna (A5) afirmou que inicialmente a não compreensão dos conceitos de CT dificultou a análise. Esta percepção da aluna de que o conhecimento científico é importante para compreender as reportagens concorda com as ideias de Driver *et al.* (1996, *apud* DIMOPOULOS E KOULALIDIS, 2003) de que as reportagens ajudam a mostrar o contexto dos conhecimentos científicos na vida real e possibilitam ao estudante perceber o conhecimento escolar como relevante.

Dez alunos (três ausências) afirmaram que ler as reportagens auxiliou na formação de opinião sobre as pesquisas com CTE, entretanto, quatro alunos não apresentaram justificativa para tal afirmação. A possibilidade de ver o uso prático das células-tronco foi a justificativa usada pelos alunos, como pode ser exemplificado por “querendo ou não foi uma forma de estudo, e principalmente a pesquisa da notícia ajudou bastante, deu para ver como a ciência vem avançando” (A11), “as reportagens me mostraram que essas pesquisas realmente podem dar frutos para o bem da humanidade” (A10) e “após ler e assistir sobre o assunto eu percebi o quão é imprescindível e importante o tratamento das células-tronco para as pessoas necessitadas, criando o conceito ‘a favor’ na minha cabeça” (A8). Esta ideia de que as reportagens auxiliam na compreensão do conteúdo científico vai ao encontro do que Lijnse *et al.* (1990 *apud* DIMOPOULOS E KOULALIDIS, 2003) afirmam sobre como a imprensa influencia na formação de ideias e atitudes dos estudantes a respeito de assuntos científicos.

A atividade serviu ao propósito de possibilitar aos alunos terem contato com as células-tronco da forma que elas são apresentadas à sociedade pela mídia. Entretanto, como a escolha das reportagens foi livre – tendo como critérios apenas elas serem recentes (menos de 10 anos), de circulação nacional e abordar as CT – elas não estavam relacionadas com a polêmica em torno das pesquisas com CTE e não apresentaram pontos de vista divergentes, pois todas elas apresentavam as CT em seus usos, só com aspectos positivos.

A REDAÇÃO

As habilidades de comunicação e argumentação desenvolvidas nas apresentações e no debate também podem ser desenvolvidas e aprofundadas nas redações argumentativas que seguem os moldes do Enem.

Dez redações foram entregues à professora de Português. Apenas uma não apresentou o posicionamento do aluno (A2). Das nove com posicionamento, todas foram favoráveis, inclusive a de um aluno que em todas as atividades anteriores estava indiferente às pesquisas (A11). Todas as dez redações utilizaram a possível cura de doenças como argumento favorável às pesquisas com CTE, sendo este um argumento utilizado pelos cientistas, mas também pelas pessoas à espera de tratamentos para algumas doenças. Cinco também utilizaram o argumento de dar uma utilidade a embriões que seriam descartados nas clínicas, argumento este também utilizados pelos cientistas. Mesmo sendo favoráveis às pesquisas, nove alunos também usaram em suas redações a informação de que o argumento contrário mais usado é o pró-vida do embrião (utilizado por alguns grupos religiosos), demonstrando

assim a compreensão dos argumentos que foram usados pelos diversos segmentos da sociedade quando da promulgação da Lei de Biossegurança.

Quatro redações citaram a Lei de Biossegurança e uma citou uma das reportagens lida, o que demonstra que os alunos não só compreenderam o conteúdo, mas também conseguiram associá-lo às situações sociais cotidianas (leis e reportagens), como era esperado na educação CTS.

Considerando o debate e a redação, apenas dois alunos não se posicionaram em nenhum momento, um (A12) por não ter participado das duas situações e outro (A7) por ter dificuldades na compreensão dos conceitos relacionados às células-tronco, como ele mesmo informou em seu questionário final. Entretanto, quando do questionário final este aluno apontou que a leitura do livro didático o ajudou na compreensão dos conceitos e manifestou-se favorável às pesquisas. Há de se considerar que este aluno tem dificuldades em Biologia e costuma fazer muitos questionamentos durante as aulas para tentar sanar suas dúvidas e nesta sequência didática não houve muitas oportunidades para perguntar para a professora, pois optou-se por um conjunto de atividades que estimulassem mais a autonomia do aluno, tendo a professora o papel mais de mediação.

A professora de Português informou que os alunos tiveram muita dificuldade para produzir os textos, sendo necessário ampliar o tempo para a realização da atividade, o que normalmente não é necessário. Além disso, três alunos não concluíram seus textos no tempo estipulado e não entregaram a redação para a professora. Isto significa que, apesar dos alunos em outras situações terem demonstrado compreender os conceitos e argumentos, eles tiveram dificuldades em organizar as ideias e redigir os textos.

Apesar da dificuldade dos alunos em produzir os textos, a redação usando a polêmica das pesquisas com CTE condiz com a proposta de trabalho da professora de redação, que debate um tema com os alunos, normalmente polêmico, antes de os alunos escreverem a redação. Um exemplo de tema trabalhado pela professora com esta mesma turma foi o sistema carcerário brasileiro e a inclusão dos presidiários na sociedade.

A PROVA

A avaliação do estudante em sala de aula deve ser realizada em uma perspectiva formadora, com base em todo o processo educativo e com o objetivo de ajudar o desenvolvimento do aluno (PACHECO, 1998). Assim, o professor deve verificar a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades nas mais variadas atividades que ocorrem em sua aula (GATTI, 2009). Entretanto, o ingresso no ensino superior é feito através de vestibulares ou pelo Enem. Assim, apesar do processo de avaliação contínuo que acontece em sala de aula, o estudante deve ser capaz de demonstrar sua aprendizagem, especialmente conceitual, em provas externas à escola. Pensando nisto, a escola na qual a sequência didática foi aplicada realiza frequentemente provas com questões de vestibulares e do Enem. Por este motivo este tipo de questão foi incorporado à sequência didática.

Foram três questões objetivas, uma relacionada ao conceito de CTE, uma que abordava as células-tronco de forma mais generalizada (usos e legislação brasileira) e uma sobre os diferentes tipos de células-tronco.

Apenas três alunos (A4, A9, A12) acertaram as três questões da prova, sendo os mesmos três que apresentaram maior domínio do conteúdo nas apresentações dos

grupos e que já no questionário inicial conseguiram conceituar as CT. Doze (de 13) alunos acertaram a questão que envolvia o conceito de CTE. Oito alunos acertaram a questão que aborda as células-tronco de forma mais generalizada e apenas quatro alunos (A2, A4, A9, A12) acertaram a questão sobre os diferentes tipos de células-tronco.

Três alunos acertaram apenas uma questão na prova (A7, A8, A11), mas apenas um dentre estes (A7) teve dificuldade para usar o conceito em outros contextos, como o debate e a redação (o mesmo aluno que teve dificuldade ao longo de toda a sequência didática e não entregou sua redação). Uma aluna (A1) errou as três questões da prova. Entretanto, esta mesma aluna conceituou corretamente célula-tronco nos dois questionários, explicou seus tipos no questionário final e conceituou corretamente as CT na redação. O que demonstra que apenas a avaliação no formato de prova não é suficiente para captar a aprendizagem dos alunos em relação a determinados temas.

OS QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL

Em ambos os questionários os alunos deveriam conceituar células-tronco, explicar seus tipos e posicionar-se em relação às pesquisas com CTE.

Seis alunos (A1, A4, A5, A9, A12, A13) conseguiram explicar corretamente o que são as células-tronco no questionário inicial, mas nenhum conseguiu explicar os tipos de CT no questionário inicial. Destes seis alunos, apenas quatro responderam ao questionário final, sendo que dois (A1, A9) conseguiram explicar corretamente os tipos de CT e os outros dois (A4, A5) conseguiram explicar parcialmente.

Dos sete alunos que inicialmente não souberam conceituar as CT, um (A6) conseguiu conceituá-las no questionário final e explicar parcialmente os seus tipos. Dois explicaram parcialmente o que são CT, sendo que um (A8) conseguiu explicar seus tipos e o outro (A2) não. Três alunos não lembraram o que são as CT, sendo que dois (A7, A11) conseguiram explicar seus tipos e um não (A10).

No questionário inicial apenas dois alunos (A4, A13) posicionaram-se em relação às pesquisas, sendo que os demais disseram não terem informações suficientes para se posicionarem. Dos dez presentes no questionário final, apenas um (A11) não se posicionou em relação às pesquisas com CTE, entretanto, ele se posicionou na redação. Assim, os alunos conseguirem se posicionar ao final das atividades demonstra a compreensão dos argumentos apresentados.

No questionário final os alunos também elencaram as dificuldades que encontraram ao longo da sequência didática. Algumas das dificuldades apontadas no questionário final já foram apresentadas (reportagens), outras estão apresentadas no quadro abaixo. Três alunos faltaram no dia do questionário final (A3, A12, A13) e não aparecem no quadro.

Quadro 1 – Dificuldades relatadas pelos alunos no questionário final. A1 a A11 identifica os alunos.

ALUNOS	compreender o conceito de CT	compreender os diferentes tipos de CT	compreender os argumentos apresentados	posicionar-se em relação às pesquisas	argumentar para defender a sua posição
A1		X			
A2					
A4					
A5		X	X	X	X
A6					
A7	X	X		X	
A8		X			
A9					
A10	X	X			X
A11	X			X	

Além disso, um aluno (A6) apontou como dificuldade trabalhar em grupo e outros três alunos afirmaram não ter nenhuma dificuldade (A2, A4, A9). Três alunos estavam ausentes. O questionário final foi respondido antes da realização da redação e da prova, por isto elas não constam no Quadro 1.

As dificuldades dos alunos podem ser parcialmente explicadas por algumas observações que a professora-pesquisadora fez durante a sequência didática. Os alunos demonstram prestar menos atenção na apresentação dos colegas do que quando o conteúdo é apresentado pela professora, o que pode ser uma das explicações. Uma das possíveis justificativas para tal fato está na ansiedade causada pela apresentação oral que pode ter deixado os alunos dispersos. Uma possibilidade é fazer menos apresentações por dia, caso haja tempo disponível.

Apesar da escola na qual a sequência didática ter sido realizada desenvolver inúmeras atividades que têm como foco a autonomia dos alunos (principalmente na área técnica e atividades interdisciplinares) e da realização de atividades nas quais os alunos são levados a refletir sobre os conteúdos e discuti-los serem recorrentes em sala de aula, outra explicação para as dificuldades dos alunos pode ser o fato da discussão dos conteúdos ter ocorrido apenas com os próprios colegas o que pode não ser suficiente para alguns alunos que precisam de explicações mais detalhadas ou que o mesmo conteúdo seja explicado de várias formas. Apesar de Sousa e Teixeira (2014) apontarem que na abordagem CTS o papel do professor deve ser de mediador e organizador das atividades, e não de transmissor, a organização da sequência de aulas com uma maior participação da professora, de forma mais dialógica, pode solucionar este problema. Inclusive, Zoller (1993) aponta que a integração da abordagem CTS com aulas expositivas pode favorecer o desenvolvimento das habilidades cognitivas superiores. Entretanto, talvez este não seja um desafio da abordagem CTS propriamente, mas da sequência didática elaborada, que pode ser resolvido com a maior participação da professora.

AS REFLEXÕES DA PROFESSORA-PESQUISADORA

Além dos desafios observados ao longo da sequência didática e já relatados, o tempo investido para buscar e para produzir o material utilizado, assim como para o

desenvolvimento da sequência didática, foram grandes dificuldades encontradas pela professora-pesquisadora. Como o livro didático utilizado na escola não aborda os conteúdos com abordagem CTS, foi necessário buscar materiais e adaptá-los para serem usados no ensino médio. Estas ações demandaram muitas horas de trabalho fora de sala de aula, nem sempre disponíveis. Além disso, várias aulas de Biologia foram utilizadas para o desenvolvimento das atividades – aproximadamente seis horas/aula. Considerando que a escola além de ter foco nos vestibulares e Enem ainda desenvolve vários projetos da área técnica, o volume de aulas utilizadas representa “um atraso” em outros conteúdos.

Estas limitações da escola, assim como a necessidade de construir materiais didáticos, interferem na estruturação de desenvolvimento de abordagens didáticas CTS e foram encontradas em outros estudos de caso (SANTOS E MORTIMER, 2009; SOUSA E TEIXEIRA, 2014) nos quais as professoras também identificaram que o extenso conteúdo das disciplinas (Química e Biologia, respectivamente) a ser cumprido na carga horária disponível, além do tempo de planejamento das aulas, pode ser um empecilho ao uso regular da abordagem CTS em sala de aula. Santos e Mortimer (2009) ainda relatam a dificuldade em preparar o material didático para a abordagem CTS, sendo que o uso de um livro didático voltado para esta abordagem poderia facilitar o processo. O uso de materiais didáticos elaborados por outras pessoas e disponibilizados em repositórios de objetos de aprendizagem, por exemplo, também poderia minimizar o tempo gasto na elaboração das atividades.

Conclusão

Vários foram os desafios encontrados ao longo da sequência didática. Entretanto, apenas o tempo gasto na elaboração de material didático está diretamente relacionado à abordagem CTS, os demais são situações que fazem parte do cotidiano em sala de aula.

Acredita-se que a maior parte dos desafios enfrentados possam ser minimizados por atividades mais bem elaboradas, com instruções mais claras. Este é o caso das apresentações, para as quais a professora poderia ter frisado quais os aspectos mais importantes a serem apresentados. Além disso, a prática recorrente de apresentação de trabalhos pode auxiliar na melhora na comunicação, possibilitando que os alunos tenham mais confiança e segurança na hora de apresentar os trabalhos.

Melhora nas instruções também pode ajudar na atividade com as reportagens, pois todas as reportagens selecionadas pelos alunos foram sobre os usos das células-tronco, já partindo do pressuposto que elas são importantes e devem ser usadas. No caso ao se objetivar buscar diferentes pontos de vista poderia ter ocorrido um direcionamento para que os alunos procurassem por reportagens que apresentassem outros posicionamentos a respeito das CT. Neste sentido, uma possibilidade também poderia solicitar que alunos buscassem reportagens da época em que a Política Nacional de Biossegurança (Lei nº11.105 de 2005) foi debatida, antes de ser aprovada.

Em relação ao debate, mais atividades que estimulem os alunos a expor suas ideias e opiniões também podem ser realizadas nas aulas de Biologia a fim de ajudar os alunos a vencer a timidez observada no debate. Além disso, uma participação mais ativa da professora, problematizando e levantando questões poderia ter feito o debate ser mais efetivo.

Em relação à dificuldade de se produzir um texto (redação), esta vai além da abordagem CTS e do conhecimento de conceitos e argumentos relacionados às pesquisas com CTE. A produção de texto requer habilidades linguísticas que não se limitam às aulas de Biologia.

O fato de os alunos conseguirem se posicionar em algum momento, usando argumentos para tal posicionamento, e alguns alunos explicarem em suas falas corretamente o que são as CT, demonstra que as atividades propostas na sequência didática (apresentações, debate, reportagens) possibilitaram o desenvolvimento das habilidades cognitivas superiores – tomada de decisão e pensamento crítico (ZOLLER, 1993), sendo os três objetivos propostos Bybee (1985, p.85 *apud* AIKENHEAD, 1994) alcançados - aquisição de conhecimento; desenvolvimento de habilidades de aprendizagem para obter informações para solucionar problemas e tomar decisões; desenvolvimento de valores e ideias relacionados à questões locais, problemas globais e políticas públicas.

Portanto, apesar dos desafios encontrados, considera-se que seja viável o uso da abordagem CTS nas aulas de Biologia para o ensino médio desde que as atividades sejam bem organizadas e planejadas, adequando-se inclusive as limitações da escola e ao tempo que o professor tem disponível para preparar materiais didáticos específicos. Entretanto, não é possível que todo o conteúdo de Biologia seja abordado desta forma, pois demanda um tempo considerável, nem sempre disponível. Portanto, enquanto as escolas ainda tiverem como foco de formação a aprovação nos vestibulares e Enem, a abordagem CTS enfrentará dificuldades em ser constante na

sala de aula sendo recomendada a incorporação proposital de conteúdo CTS nas aulas de forma a desenvolver as habilidades de argumentação e tomada de decisão. Esta incorporação corresponde à categoria 3 do espectro proposto por Aikenhead (1994) que relaciona a importância da abordagem CTS nas aulas de ciências (sendo 1 – CTS apenas como motivação e 8 – todo o conteúdo na abordagem CTS).

Conclui-se também que as atividades realizadas na abordagem CTS auxiliaram no desenvolvimento da autonomia dos alunos – busca por informações, avaliação crítica de materiais veiculados pela mídia e construção do conhecimento – habilidades importantes para a atuação cidadã ativa na sociedade, para além de uma perspectiva de construção do conhecimento curricular escolar.

Considerando o exposto, este trabalho pode contribuir com o professor que pretende desenvolver atividades na abordagem CTS ao possibilitar que ele elabore e proponha atividades já levando em consideração os apontamentos feitos aqui, proporcionando a aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores por parte dos alunos e colaborando para sua formação crítica, para a tomada de decisão e exercício da cidadania.

Referências

- AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? *In*: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Ed.). **STS education: International perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59. Disponível em: <<https://education.usask.ca/documents/profiles/aikenhead/sts05.htm>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- ANVISA. **Células-tronco, terapias celulares e bancos de células**. Brasília, DF. 2016. 12p. (Cartilha). Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33840/2818851/Cartilha+de+C%C3%A9lulas-Tronco%2C+Terapias+Celulares+e+Bancos+de+C%C3%A9lulas/ce08c0aa-7946-40cb-95e8-e2e383bedf06>>. Acesso em: 10 dez 18.
- BRASIL. Lei nº11.105, de 24 de março de 2005. **Dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança** – PNB. Diário Oficial da União, 28 mar 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm>. Acesso em: 23 mar 19.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. 600p. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf>. Acesso em: 23 mar 19.
- Bybee, R.W. (1985). The Sisyphian question in science education: What should the scientifically and technologically literate person know, value and do -- as a citizen? *In* Bybee, R.W. (ed.), **Science-technology-society**. 1985 NSTA Yearbook. Washington, DC: National Science Teachers Association. *Apud* AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? *In*: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Ed.). STS education: International perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.
- CARVALHO, I. N.; CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N.; NUNES-NETO, N. Transgênicos, leis e a ciência. Trazendo a legislação para a sala de aula de biologia. *in*: **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas** / Dália Melissa Conrado, Nei Nunes-Neto (Org.). – Salvador: EDUFBA, 2018. 570 p.
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. *in*: **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas** / Dália Melissa Conrado, Nei Nunes-Neto (Org.). – Salvador: EDUFBA, 2018. 570 p.
- DIMOPOULOS, K.; KOULALIDIS, V. Science and Technology Education for Citizenship: The Potential Role of the Press. **Science Education**, v. 87, n. 2, p. 241-256. Mar 2003.
- DRIVER, R., LEACH, J., MILLAR, R., & SCOTT, P. Young peoples' images of science. Buckingham, UK: Open University Press. 1996. *apud* DIMOPOULOS, K.; KOULALIDIS, V. Science and Technology Education for Citizenship: The Potential Role of the Press. **Science Education**, v. 87, n. 2, p. 241-256. Mar 2003.
- FREITAS, Adan Christian de. **A controvérsia sobre as pesquisas com células-tronco embrionárias: uma análise a partir da teoria dos sistemas**. 2013. 119p. Dissertação (Mestrado em Sociologia Política) – Centro de Filosofia e Ciências

Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/103486>>. Acesso em 23 mar 19.

GAGE, Fred H. Mammalian Neural Stem Cells. **Science**. v. 287, n. 5457, p. 1433-1438. 25 fev 2000. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org/content/287/5457/1433#BIBL>>. Acesso em: 23 mar 19.

GATTI, B. A. a avaliação em sala de aula. **Revista brasileira de docência, ensino e pesquisa em turismo**. v. 1, n. 1, p. 61-77, maio / 2009. Disponível em: <<https://portal.uneb.br/gestec/wp-content/uploads/sites/69/2018/02/A-AVALIA%C3%87%C3%83O-EM-SALA-DE-AULA-35-190-1-PB.pdf>>. Acesso em: 22 set 2019.

GUIMARÃES, M. A. Raciocínio informal e a discussão de questões sociocientíficas: o exemplo das células-tronco humanas. 218 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

Instituto de Pesquisa com Células-tronco, Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (SITE). Disponível em: <<http://celulastroncors.org.br/projetos-atuais/>>. Acesso em: 01 mai 19.

ISSCR. **Manual do paciente sobre terapias com células-tronco**. Apêndice I das Diretrizes para a Aplicação Clínica das Células-Tronco. dez 2008. 10p. Disponível em: <<http://www.abtcel.org.br/uploads/5/4/0/8/5408654/manualdopaciente.pdf>>. Acesso em 11 nov 18.

ISSCR. **Stem cell facts**. Sem data. Disponível em: <<https://www.closerlookatstemcells.org/wp-content/uploads/2018/10/stem-cell-facts.pdf>>. Acesso em: 17 março 19.

Lijnse, P. L., Eijkelhof, M. C., Klaasen, W. J. M., & Scholte, R. L. J. Pupils' and mass media ideas about radioactivity. *International Journal of Science Education*, 12, 67–78. 1990. *apud* DIMOPOULOS, K.; KOULALIDIS, V. *Science and Technology Education for Citizenship: The Potential Role of the Press*. **Science Education**, v. 87, n. 2, p. 241-256. Mar 2003.

MILLAR, R., & OSBORNE, J. *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College. 1998. *apud* DIMOPOULOS, K.; KOULALIDIS, V. *Science and Technology Education for Citizenship: The Potential Role of the Press*. **Science Education**, v. 87, n. 2, p. 241-256. Mar 2003.

OLIVEIRA, J. R.; CRUZ, A. C.; SILVA, F. A. R. Do estatuto do embrião às pesquisas envolvendo células-tronco embrionárias: uma abordagem ator-rede para alunos de ensino médio. *In: Sequências didáticas: propostas, discussões e reflexões teórico-metodológicas* / Francisco Ângelo Coutinho, Fábio Augusto Rodrigues e Silva (org.). -- Belo Horizonte: FAE/UFMG, 2016.

PACHECO, J. A. Avaliação da aprendizagem *In* ALMEIDA, Leandro S.; TAVARES, José, org. - *Conhecer, aprender e avaliar*. Porto: Porto Editora, p. 111-132. 1998. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/8967>>. Acesso em: 22 set 2019.

PRANKE, PATRÍCIA. **Palestra na Comissão do Senado de educação e vida** na qual discutiu-se a Lei de Biossegurança. Vídeo disponível no youtube em: <<https://youtu.be/ztQOFG196ak>>. Acesso em: 23 mar 2019.

PÉREZ, L. F. M.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 03, p. 727-741, jul./set. 2012.

PINTO, Sabrine Lino; VERMELHO, Sônia Cristina Soares Dias. Um panorama do enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica no Brasil. *In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – XI ENPEC*, 3 a 6 de julho de 2017, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/listaresumos.htm>>. Acesso em 23 mar 19.

Rede Nacional de Terapia Celular (SITE). Disponível em: <<http://www.rntc.org.br/linhas-de-pesquisa.html>>. Acesso em: 01 mai 19.

SALES, Lilian. A controvérsia em torno da liberação das pesquisas com células tronco embrionárias no Brasil: posições e argumentos dos representantes da Igreja Católica. **Revista de Antropologia**, São Paulo, USP, 2014, v. 57 nº 1, p. 179-214.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências** v.02, n.02, p.110-132, jul-dez 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>>. Acesso em 23 mar 19.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências – V14(2)**, pp. 191-218, 2009.

SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas** V.9 – nº 17 - jul. 2012/dez. 2012, p.49-62.

SOUZA, G. P.; TEIXEIRA, P. M. M. Educação CTS e Genética. Elementos para a sala de aula: potencialidades e desafios. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 9, n. 2, p. 83-103. 2014.

SOUZA, A. F.; CÂNDIDO, J. H. B.; ASSUNÇÃO, R. G.; OLIVEIRA, M. M. Debate ético no ensino de biologia sobre a utilização de células-tronco. **XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE**: Recife, 09 a 13 de dezembro 2013.

STRIEDER, Roseline Beatriz; SILVA, Karolina Martins Almeida e; SOBRINHO, Marcos Fernandes; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. A educação CTS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros? **ACTIO – Docência em Ciências**. Curitiba, v. 1, n. 1, p. 87-107, jul/dez 2016.

UZUNIAN, A.; BIRNER, E. **Biologia**: volume único. Editora Harbra. São Paulo, 4ª ed. 2013.

ZOLLER, U. Are lecture and learning compatible? Maybe for LOCS: unlikely for HOCS. **Journal of Chemical Education**. v. 70, n. 3, pp. 195-197, mar 1993. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed070p195>>. Acesso em: 05 out 2019.