



CONTRIBUIÇÕES E LIMITES DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA FOSFOETANOLAMINA NAS AULAS DE CIÊNCIAS

Contributions and limits of the socioscientific issues Phosphoethanolamine in Science classes

Célia dos Santos Moreira [celia_japora@hotmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e Matemática (Doutoranda)
Universidade Estadual de Maringá – Campus Maringá
Avenida Colombo, 5790, Maringá, Paraná, Brasil*

Vanessa Daiana Pedrancini [vapedrancini@uems.br]

*Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Matemática
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Mundo Novo
BR 163, Km 20.2, Mundo Novo, Mato Grosso do Sul, Brasil*

Resumo

Este trabalho objetiva analisar as contribuições e limites do ensino organizado por meio da QSC Fosfoetanolamina para o reconhecimento e a reflexão dos aspectos científicos, éticos, políticos e econômicos em relação ao tema discutido. Para tanto, fundamentando-se na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e na Teoria Histórico-Cultural (THC), desenvolveu-se uma proposta didático-pedagógica, que abordou aspectos intrínsecos da QSC Fosfoetanolamina, em uma turma do 8º ano do Ensino Fundamental, de uma escola municipal, da região sul de Mato Grosso do Sul. Os resultados da investigação constituíram-se por diálogos entre estudantes e professora/pesquisadora, registrados por questionários, gravações em áudio das aulas e entrevista semiestruturada, procedidos pela Análise de Conteúdo. De maneira geral, verificou-se que o ensino organizado por meio da QSC fosfoetanolamina e da mediação pedagógica contribuiu para o reconhecimento e discussão dos estudantes sobre os aspectos científicos, políticos, econômicos e éticos, bem como dos riscos/custos e benefícios que envolvem essa QSC, auxiliando-os no processo de aprendizagem em ciências de maneira contextualizada. Por outro lado, por meio da análise crítica da proposta didático-pedagógica, se fortalece a necessidade de elaborar estratégias de ensino que promovam a transposição didática e ampliação da ZDP dos estudantes por meio de pistas, anúncios intencionais e questionamentos que façam os estudantes refletirem sobre os conceitos e situações estudadas.

Palavras-Chave: Ensino de Ciências; Perspectiva CTS; Teoria Histórico-cultural; Mediação Pedagógica; Conceitos Espontâneos e Científicos.

Abstract

This article intends to analyze the contributions and limits of education organized by the socioscientific issues (QSC) Phosphoethanolamine for the recognition and reflection of scientific, ethical, political and economic aspects in relation to the topic discussed. Then, it was developed a didactic and pedagogical proposal based on the Science-Technology-Society perspective (CTS) and in the Historical-Cultural Theory (THC), which addressed intrinsic aspects of the QSC Phosphoethanolamine in a class from year 8 of elementary school, in a municipal school, in the southern part of Mato Grosso do Sul, Brazil. Research findings consisted of dialogues between students and teacher/researcher that were registered in questionnaires, audio recording of classes and semi-structured interview, continuing with a content analysis. In general, it was verified that the education organized by the QSC Phosphoethanolamine and pedagogical mediation contributed for recognition and discussion of students about the scientific, political, economic and ethical aspects, as well as risks/costs and benefits that involve this QSC, helping them in the learning process of science in a contextualized manner. On the other hand, a critical analysis of the didactic and pedagogical proposal reinforce the need to elaborate education strategies that promote didactic transposition and expansion of the ZDP of students by clues,

intentional enunciations, and questions that prompt the students to reflect about concepts and studied situations.

Keywords: Science Education; CTS Perspective; Historical-cultural Theory; Pedagogical Mediation; Spontaneous and Scientific Concepts.

INTRODUÇÃO

A sociedade do século XXI tem vivenciado o auge do desenvolvimento científico e tecnológico nos vários domínios de interesses sociais, nos quais seus idealizadores defendem arduamente que o bem-estar social está atrelado ao desenvolvimento da C&T (Ciência e Tecnologia), ou seja, a humanidade vive, mais do que nunca, sob os auspícios e domínio da C&T e isso ocorre de modo tão intenso e marcante “[...] *que é comum muitos confiarem nelas como se confia numa divindade*” (Bazzo, 2015, p. 105).

Por consequência dessa confiança exacerbada, formou-se uma sociedade sem reflexão sobre as finalidades, interesses particulares, potencialidades e riscos das aplicações científicas e tecnológicas para o organismo humano, sociedade e para o ambiente, defendendo cegamente uma cultura de consumismo e expansão dos seus produtos e artefatos (Pinheiro, Silveira, & Bazzo, 2007; Bazzo, 2015; Bazzo, Pereira, & Bazzo, 2016).

Segundo Bazzo (2015), apesar das contribuições sociais dos aparatos, máquinas e processos envolvendo a C&T, é imprescindível a análise e reflexão das questões sociais, éticas e políticas que as cercam, destacando a escola como ambiente para reflexão dessas dimensões por meio da perspectiva de ensino conhecida como CTS, uma vez que esta perspectiva propõe a análise crítica das dinâmicas e complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, permitindo aos alunos conhecimentos científicos necessários à compreensão e transformação da sociedade.

Entretanto, apesar da perspectiva CTS possuir uma vasta estrutura teórica e ter atingido grande amadurecimento ao longo de anos, Zeidler e colaboradores (2005) destacam que a perspectiva CTS por si só não possui uma estrutura pedagógica que possibilite a organização do ensino em sala de aula e, respectivamente, sugerem um ensino por meio das QSCs como potencial nas discussões CTS, pois ao serem introduzidas em sala de aula promovem reflexões e discussões de assuntos do cotidiano dos alunos, aumentando seu poder argumentativo e decisório, assim como adoção de postura mais crítica (Reis, 2006; Galvão & Reis, 2008).

Para esse tipo de abordagem, vários autores sugerem a organização de atividades colaborativas, realizadas em grupos nos quais os alunos interajam, discutindo seus pontos de vista, adquirindo, assim, subsídios para formar sua própria opinião. Neste processo interativo, a presença mediadora do professor se destaca como organizador e orientador das atividades didático-pedagógicas (Galvão & Reis, 2008).

Assim, na intenção de resgatar o papel interativo entre professor-aluno e aluno-aluno em sala de aula, muitos pesquisadores têm buscado respaldo teórico-pedagógico nas teorias sociointeracionistas, das quais se destaca a Teoria Histórico-Cultural (THC), elaborada por Vigotski e seus colaboradores, como Leontiev, Luria, Davidov, Elkonin, Galperin, dentre outros. Essa matriz teórica se sobressai por valorizar a organização do processo de ensino e aprendizagem por meio dos conceitos de: mediação pedagógica, zona de desenvolvimento proximal, conceitos espontâneos e científicos (Oliveira, 1997; Pedrancini, Corazza, & Galuch, 2011).

Deste modo, pode-se encontrar aproximações entre THC e a Perspectiva de Ensino CTS em vários quesitos, como em relação à abordagem de temas sociais relacionados ao contexto dos alunos e de suas práticas sociais (econômica, cultural, política, ética e ambiental), bem como estratégias com uso de atividades em grupos, estimulando a interação entre os alunos e destes com o professor (Vigotski, 2007; Aikenhead, 2009).

Diante deste contexto, fundamentado nos pilares da perspectiva CTS e da THC, este trabalho objetiva analisar as contribuições e limites do ensino organizado por meio da QSC Fosfoetanolamina para o reconhecimento e a reflexão dos aspectos científicos, éticos, políticos e econômicos em relação ao tema discutido por um grupo de estudantes pertencentes ao 8º ano do Ensino Fundamental, de uma escola municipal, da região sul de Mato Grosso do Sul.

PERSPECTIVA CTS E A QSC FOSFOETANOLAMINA

Nas últimas décadas, os meios de comunicação têm divulgado uma diversidade de temas polêmicos e controversos relacionados ao desenvolvimento da C&T, dentre os quais podemos destacar: energias alternativas, aquecimento global, poluição, transgênicos, armas nucleares e biológicas, experimentação em animais, desenvolvimento de vacinas e medicamentos, dentre outros (Hilário & Reis, 2009; Pérez, 2012). Entretanto, há uma preocupação com as dificuldades dos cidadãos em analisar as implicações diretas dos avanços da C&T na sua vida (Pinheiro, Silveira, & Bazzo, 2007).

Diante disso, torna-se premente que todo cidadão seja alfabetizado cientificamente para que possa compreender, participar, questionar, colaborar e se posicionar em debates que emergem na sociedade. Portanto, ressalta-se a perspectiva CTS, a qual objetiva preparar os alunos para a interpretação e resolução de problemas sociais relacionados à C&T, administração de suas consequências e participação nas tomadas de decisões sociais nesse âmbito, ou seja, proporcionar aos educandos, por meio do Ensino de Ciências Naturais (Biologia, Química e Física), uma Educação Científica (Auler, 2007; Chassot, 2010).

Em relação às estratégias de ensino utilizadas por meio da perspectiva CTS, não existe de fato uma “receita” própria, porém Ziman (1994 apud Auler, 2002) destaca as abordagens que ele denominou de “problemáticas” como eficientes para alcançar as expectativas exigidas em uma Educação CTS. Essa abordagem, denominada também de questões/controvérsias sociocientíficas, tem revelado suas potencialidades no processo da educação científica, uma vez que pode despertar nos alunos o interesse na construção de conhecimentos científicos; auxiliar na compreensão do papel da ciência e da tecnologia na sociedade; promover o desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos educandos; cooperar para o reconhecimento das ideias distorcidas da ciência e contribuir para uma visão crítica da realidade, promotora de mudanças atitudinais (Sadler, 2004; Galvão & Reis, 2008).

Um exemplo de QSC no Brasil, desde agosto 2015, tendo repercussão global, foi o uso da substância fosfoetanolamina sintética que possui, segundo pesquisadores, um caráter positivo para a cura do câncer (Meneguelo, 2007; Veronez, 2012). A forma natural dessa substância se encontra presente em todos os órgãos e tecidos de animais mamíferos e, por desempenhar papéis de regulação no processo de divisão celular, sinalização, ativação, autofagia e fagocitose (Bakovic, Fullerton, & Michel, 2007), funciona como um marcador, sinalizando para o corpo sobre a célula cancerígena, deixando as mesmas mais visíveis para que o sistema imunológico a possa combater, podendo colaborar na cura do câncer, conforme alguns estudiosos (Meneguelo, 2007).

Segundo o Instituto de Química da USP (Universidade de São Paulo) de São Carlos (2016), a fosfoetanolamina sintética foi estudada e patentada no começo dos anos 1990 pelo professor Doutor Gilberto Orivaldo Chierice, hoje aposentado, e sua equipe de trabalho, enquanto ele ainda era ligado ao Grupo de Química Analítica e Tecnologia de Polímeros da USP. Desde então, o professor Gilberto decidiu produzir e distribuir a substância de forma independente e gratuita para pessoas em estágio terminal de variados tipos de cânceres. Apesar desta ação, esta substância não passou pelos devidos testes clínicos em seres humanos, de acordo com as normas da Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), sendo apenas comprovada a sua relação com a redução de tumores em animais de laboratórios, como verificado nos trabalhos de Meneguelo (2007) e Veronez (2012), dentre outros.

Em decorrência deste fator, o Supremo Tribunal Federal (STF) determinou, no início de 2016, a suspensão da distribuição da fosfoetanolamina sintética aos pacientes com câncer, ressaltando algumas justificativas, como: a inexistência de estudos científicos que atestem que o consumo da fosfoetanolamina sintética seja inofensivo ao organismo humano, segundo os protocolos legais; a falta de registro desta substância na Anvisa ou por outros órgãos de controle existentes em outros países, assim como a inexistência de estudos publicados sobre os benefícios de sua utilização na cura de algum tipo de câncer específico em seres humanos (Universidade de São Paulo, 2016).

A partir destes eventos, estabeleceu-se uma discussão na sociedade envolvendo o caráter controverso e problemático da fosfoetanolamina sintética, por abranger interesses das várias esferas sociais e culturais do país, formando dois grupos de oposição, um contra e outro a favor ao uso desta substância. Composto o primeiro grupo, os médicos, a Anvisa e o Ministério da Saúde discordam acerca do uso da fosfoetanolamina nos pacientes sem as devidas análises de segurança e eficácia, preocupados que esta ocasione a anulação do efeito de algum medicamento oncológico que seja comprovadamente eficaz ou que os pacientes parem de usar os mesmos.

Em oposição a estes fatos, os advogados e pacientes recorreram à justiça pelo direito de receber as cápsulas com a substância, depositando nesta uma esperança de estender a longevidade de suas vidas e/ou

até curar-se do câncer, tendo como principal aliado o poder legislativo e executivo que, após discussões, aprovaram a Lei nº 13.269/16 que autorizava a fabricação e a utilização da substância em questão, porém, a qual, na época, encontrava-se indeferida pelo STF (Supremo Tribunal Federal), por esta substância não ter sido submetida aos protocolos legais. Entre esses dois grupos, encontrava-se o poder judiciário que cumpre a difícil tarefa de julgar uma questão de saúde pública, envolvendo valores éticos e morais.

Outros participantes relevantes nesta polêmica, que possuem grande influência social, são as mídias (televisão, jornais, revistas e redes sociais). Estes meios de comunicação contribuíram para propagação das notícias sobre os possíveis efeitos curativos da fosfoetanolamina, gerando tumultos de pessoas na portaria da USP requerendo as cápsulas para tratamento, assim como incentivos às organizações de protestos nas ruas e nos próprios meios de comunicação para sua liberação. Agregado a esses episódios, a difusão das notícias provocaram ainda o acúmulo de processos, pleiteando na justiça o direito de receber a fosfoetanolamina, os quais depositaram no STF a confiança de garantir seus direitos à saúde, estabelecidos na constituição Brasileira de 1988.

Após a apresentação de toda esta polêmica e problemática envolvendo a substância fosfoetanolamina sintética, ressaltamos que é imprescindível abordar em sala de aula os aspectos éticos e morais por meio de discussões dos interesses econômicos das indústrias farmacêuticas em obter lucros com vendas de medicamentos e manipulação de patentes; liberação de medicamentos pelo poder executivo e judiciário sem aprovação da Anvisa; demora em iniciar os testes clínicos em humanos enquanto pessoas morrem todos os dias em decorrência do câncer e a influência da mídia na opinião da sociedade para privilegiar interesses particulares.

Por outro lado, os aspectos políticos relacionados à substância em questão podem ser enfocados no contexto escolar ao discutir o cumprimento ou não do governo na elaboração de leis que regulamentam a produção, comercialização e acesso aos medicamentos para a cura do câncer; seu nível de interesse em apoiar ou não as pesquisas na área, além de critérios particulares para obter lucro com programas sociais que patrocinam remédios e cirurgias, como o SUS (Sistema Único de Saúde).

Em um último contexto, ressaltamos a importância desta perspectiva de trabalho sobre a QSC fosfoetanolamina como oportunidade de inserir questionamentos acerca da natureza dos conhecimentos científicos e suas aplicações, bem como de relacionar com conteúdos presentes nos currículos escolares, como mitose celular e câncer. Essa abordagem também é propícia para os alunos estabelecerem conhecimentos acerca das limitações, interesses e implicações da C&T em vários âmbitos, tornando-se críticos às concepções distorcidas presentes na sociedade, tais como: imagem positivista, dogmática, infalível, exata, atórica, aproblemática e descontextualizada da atividade científica.

TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL NO CONTEXTO DA PESQUISA

Para subsidiar o planejamento das ações discentes e docente sobre a QSC fosfoetanolamina, buscamos na Teoria Histórico-Cultural o aporte teórico para as reflexões dos processos de ensino e de aprendizagem, a partir de conceitos como mediação simbólica e pedagógica, zona de desenvolvimento proximal e formação de conceitos espontâneos e conceitos científicos.

Vigotski (2007) elaborou o conceito de ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal) com a finalidade de averiguar o potencial do aluno para processos de aprendizagem mais complexos. Segundo o autor, há dois níveis de desenvolvimento em um aprendiz: o desenvolvimento real e o desenvolvimento potencial. O primeiro nível refere-se às etapas de aprendizagem já alcançadas, pois, o sujeito consegue interpretar e resolver problemas de forma independente.

Por outro lado, no nível de desenvolvimento potencial, o sujeito ainda necessita de ajuda de um adulto ou pessoa mais capaz para orientar o desempenho de suas tarefas. A distância entre ambos os níveis, isto é, do potencial se transformar em desenvolvimento real, Vigotski definiu como zona de desenvolvimento proximal e refere-se a funções psicológicas que estão em processos de maturação e que se tornarão concretizadas, posteriormente, no nível de desenvolvimento real: *“A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário”* (Vigotski, 2007, p. 98).

É na ZDP que o professor se constitui funcionalmente em oferecer suporte para a transformação conceitual dos indivíduos, pois, nos processos em que o indivíduo já apropriou-se das habilidades de

desenvolvimento não necessita-se mais de ações externas, assim como seria imprópria a intervenção pedagógica para aqueles processos que não se iniciaram.

Essas concepções sistematizadas por Vigotski materializam-se sobre um ensino sociointeracionista, o qual valoriza a mediação pedagógica docente e as interações com os demais colegas como fatores centrais no desenvolvimento intelectual dos alunos. Nestas relações, o professor mediador deve agir constantemente na ZDP dos alunos, oferecendo-lhes pistas, instruções e assistência para alcançarem avanços que não ocorreriam de maneira espontânea.

Para atingir o desenvolvimento real é necessário que o professor investigue a idade mental de seus alunos por meio das suas concepções já internalizadas, portanto, que fazem parte do seu desenvolvimento real, apontando caminhos para que eles amadureçam suas concepções que estão dentro da ZDP e atinjam o desenvolvimento real, “[...] aquilo que é zona de desenvolvimento proximal hoje, será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã” (Vigotski, 2007, p. 98).

Nesta perspectiva, a prática pedagógica deverá ser norteada pelo conhecimento do estágio de desenvolvimento do aluno, tomando como ponto de partida as concepções que fazem parte do seu desenvolvimento real, ou seja, aqueles processos de maturação que já foram atingidos. Segundo Oliveira (1997), o processo de aprendizado escolar só surtirá efeitos positivos se o ensino for dirigido para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos alunos, “[...] funcionando como um motor de novas conquistas” (Vigotski, 2007, p. 62).

O papel da escola se consolida em criar mecanismos para que o aluno possa avançar em sua compreensão de mundo a partir dos conhecimentos já adquiridos em etapas anteriores de ensino, tendo como ponto de chegada as etapas estabelecidas pela escola, de acordo com sua faixa etária, habilidades e possibilidades de aprendizagem (Oliveira, 1997).

As interações entre os alunos são também importantes desencadeadores do desenvolvimento de novas funções psicológicas, uma vez que, em um grupo diversificado, cada criança está imbricada de conhecimentos variados de acordo com suas experiências pessoais, podendo, assim, contribuir na mediação de conhecimentos ainda ausentes nos pares (Vigotski, 2007; Gauthier & Tardif, 2010).

Este contexto reforça a importância de desenvolver com os alunos atividades coletivas que promovam a socialização e aquisição das capacidades intrapsicológicas. Neste caso, as atividades em que os alunos utilizam como mediação a consulta oral a outros colegas ou ao professor também se destacam, uma vez que desta maneira o próprio aluno estará promovendo mecanismos para sua aprendizagem e desenvolvimento. Deste modo, o desenvolvimento está diretamente ligado à aprendizagem do indivíduo, seja pela intervenção de outros indivíduos ou pela reconstrução das experiências pessoais e dos significados (Vigotski, 2007; Gauthier & Tardif, 2010).

Nesta perspectiva interacionista, as atividades na classe devem ser planejadas de forma socialmente significativas, integradas ao contexto sociocultural em que o indivíduo faz parte, contextualizadas, dinâmicas, com clima de cooperação e ajuda mútua. Ao professor cabe o papel de organizar a cultura participativa, as atividades em grupo e a colaboração nos trabalhos desenvolvidos, estimulando o discurso crítico e a negociação de pontos de vista diferenciados (Vigotski, 2007; Gauthier & Tardif, 2010).

Vigotski se mostra muito crítico aos métodos de ensino direto e escolásticos, pois esse tipo de ensino não permite a assimilação de palavras com significado pelos aprendentes. Portanto, aposta nos métodos indiretos, refinados e complexos para favorecer uma relação dialética na construção de conceitos.

Diante das dificuldades dos estudantes em compreender conceitos científicos, Vigotski e seus colaboradores elaboraram estudos sobre a ontogênese conceitual de crianças, jovens e adultos, os quais podem auxiliar os profissionais da educação a entenderem a formação de tais conceitos e, assim, a partir desta compreensão elaborarem estratégias de ensino que desencadeiem sua apropriação pelos estudantes (Vigotski, 2001a).

O processo de formação de conceitos foi estudado por Vigotski e contemplado em algumas de suas obras, como: “A construção do pensamento e da linguagem (2001a) e Psicologia Pedagógica (2001b)”. Nestes trabalhos, o autor diferencia conceitos espontâneos dos científicos, sendo que ambos possuem origem social, ou seja, são elaborados a partir das interações entre os indivíduos e sua cultura, porém abstraídos em meios diferentes.

Os conceitos espontâneos, também denominados de cotidianos, são aqueles formados a partir das experiências concretas vivenciadas no cotidiano, por isso, possui um sentido pessoal atribuído pelo próprio indivíduo; são formados a partir da observação do mundo ao redor; se definem a partir das propriedades perceptivas, funcionais ou contextuais de seu referente, isto é, da coisa em si (Lúria, 1994). Contrariamente, os conceitos científicos, surgem de ações intencionais, através da instrução sistematizada, principalmente, nos processos de ensino e de aprendizagem nas escolas, veiculando a este um único significado a todo indivíduo (Lúria, 1994).

Além disso, Vigotski (2001a) destaca outras diferenças existentes no processo de formação do pensamento conceitual:

“[...] o conceito espontâneo da criança se desenvolve de baixo para cima, das propriedades mais elementares e inferiores às superiores, ao passo que os conceitos científicos se desenvolvem de cima para baixo, das propriedades mais complexas e superiores para as mais elementares” (Vigotski, 2001a, p. 346).

Na aprendizagem do conceito cotidiano ou espontâneo, o indivíduo manipula o objeto concreto, mas não consegue defini-lo verbalmente, uma vez que não está consciente do seu próprio pensamento. Em contrapartida, no desenvolvimento do conceito científico, são atribuídos significados aos objetos, mesmo na sua ausência, devido a apropriação racional de funções superiores, como a abstração, memória, atenção, comparação e discriminação, as quais promovem a internalização conceitual, além de incluir reflexões mais complexas das atividades realizadas pelas crianças (Vigotski, 2001a).

A fraqueza dos conceitos espontâneos reside na sua ausência de abstração e aptidão para as ações voluntárias. Já a fraqueza dos conceitos científicos é demonstrada na insuficiência da presença concreta dos objetos. Porém, esses dois tipos de conceitos se inter-relacionam, visto que a sistematização escolar dos conceitos científicos torna os conceitos espontâneos conscientes e voluntários e, em contrapartida, os conceitos espontâneos oferecem as lembranças físicas dos objetos aos sujeitos para elaborarem seus conceitos científicos. Dessa forma, ambos os conceitos evoluem mutuamente, uma vez que conceitos científicos precisam de conceitos cotidianos, assim como, ao se desenvolverem reorganizam a estrutura psicológica destes últimos de cima para baixo (Vigotski, 2001a).

Nesta perspectiva, apesar da distinção entre ambos e de apresentarem caminhos de formação e evolução opostos, conceitos espontâneos e científicos representam momentos diferentes de um único processo de formação de conceitos:

“[...] independentemente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições internas e externas mas continua indiviso por sua natureza e não se constitui da luta, do conflito e do antagonismo entre duas formas de pensamento que desde o início se excluem” (Vigotski, 2001a, p.261).

Justifica-se aqui a importância de estratégias em sala de aula que proporcionem a elaboração de novos significados ao mundo e, portanto, na formação de novas estruturas psicológicas responsáveis pelo desenvolvimento cognitivo do sujeito, pois *“[...] o aprendizado escolar produz algo fundamentalmente novo no desenvolvimento da criança” (Vigotski, 2007, p. 95).*

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida com 30 alunos, com idade entre 13 e 14 anos, de uma turma de oitavo ano do Ensino Fundamental, de uma escola municipal da região sul de Mato Grosso do Sul, durante o ano de 2016, e representa um compilado dos resultados de uma dissertação de mestrado profissional, realizado no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Matemática, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, Brasil”.

O critério utilizado para a escolha da unidade escolar se baseou no pleno exercício de docência da professora-pesquisadora nesta instituição por quatro anos (2013-2016) na disciplina de Ciências da Natureza, objeto de interesse da pesquisa. O fato de a pesquisadora possuir um vínculo empregatício com a instituição na época facilitou a aceitação do projeto de pesquisa por parte da direção e equipe pedagógica da escola.

Simultaneamente, a seleção da QSC fosfoetanolamina para constituir a proposta pedagógica por estar em evidência nos meios de comunicação na época, direcionou na escolha de uma turma que contemplasse conteúdos científicos que fizessem referência à QSC em destaque. Assim, foi suscitado o interesse pelo 8º ano do ensino fundamental do turno matutino, visto que, a organização do Referencial Curricular de Mato Grosso do Sul (SED/MS, 2012) estabelecia, no período de realização da pesquisa, o conteúdo sobre “células”, “corpo humano” e “saúde” para o 8º ano do Ensino Fundamental, propiciando, portanto, relacionar a fosfoetanolamina com o tema câncer e mitose celular.

Desta forma, desenvolveu-se entre os dias 14 e 26 de setembro de 2016 uma proposta didático-pedagógica constituída por 4 episódios de ensino, distribuídos em 9 horas/aulas de 50 minutos, na disciplina de Ciências da Natureza. Além de basear-se na construção social do conhecimento por meio da ZDP proposta pela THC, a intervenção didático-pedagógica elaborada foi estruturada na perspectiva CTS com base na categoria 4 registrada por Aikenhead (1994 apud Carvalho, 2014), partindo-se da QSC Fosfoetanolamina para abordar conteúdos curriculares como câncer e mitose celular, no intento de auxiliar no processo de alfabetização científica dos estudantes. O resumo dos episódios de ensino e seus objetivos gerais podem ser observados no quadro 1.

Quadro 1. Episódios de ensino e seus objetivos. **Fonte:** as autoras.

Episódio de Ensino	Objetivo Geral
Ep. 1: Apresentação da pesquisa e levantamento das concepções prévias dos alunos sobre câncer, mitose celular, fosfoetanolamina e suas inter-relações.	Relembrar e/ou refletir os significados de câncer, mitose celular, fosfoetanolamina e suas inter-relações; expressar por meio da escrita os conhecimentos prévios sobre os conceitos de câncer, mitose celular, fosfoetanolamina e estabelecer suas inter-relações.
Ep. II: Problematização dos custos, riscos e benefícios da fosfoetanolamina ao organismo humano.	Conhecer as regras da Anvisa para legalização de medicamentos e discutir as opiniões em relação à liberação da fosfoetanolamina; conhecer processo de formação de célula cancerígena; causas e tratamentos do câncer; processo de mitose celular e sua relação com a fosfoetanolamina.
Ep. III: Problematização sobre a Ética/Política e Ciência envolvendo a QSC fosfoetanolamina.	Analisar criticamente textos a respeito da aprovação desta substância sem passar pelos testes clínicos em humanos e discutir o papel da política na liberação e produção de medicamentos.
Ep. IV: Problematização: “Simulando um júri”	Debater a controvérsia estudada e formar sua própria opinião sobre a QSC fosfoetanolamina.

As estratégias e atividades abordadas nestes episódios de ensino incluíram: estudo, reflexão e discussão da QSC fosfoetanolamina por meio da exibição de vídeos e filme, leituras de textos e bula de medicamentos, exibição de slides e dramatização com enfoque no debate entre todos os participantes e mediação pedagógica da professora/pesquisadora. Todas as etapas foram planejadas e articuladas de modo a valorizar a mediação entre os participantes para o conhecimento, reflexão, discussão do tema e formação de opiniões. Portanto, as atividades foram organizadas com enfoque nas interações verbais entre os alunos e alunos-professora, uma vez que “[...] o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer” (Vigotski, 2007, p. 103).

As fontes de constituição dos resultados foram diversificadas, geradas ao longo dos encontros com os alunos na sala de aula, registradas pelos seguintes instrumentos: questionário, gravações em áudio das aulas e entrevista semiestruturada. Para facilitar o processo de sistematização e análise dos dados, as comunicações dos alunos obtidas por meio do questionário foram digitadas e as gravações em áudio das aulas e da entrevista semiestruturada foram transcritas. Na sequência, aplicou-se às comunicações a análise do conteúdo categorial do tipo temática, que consiste em “[...] descobrir os <<núcleos de sentido>> que compõem a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição pode significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido” (Bardin, 2016, p. 135). Em análise do corpus documental selecionado, realizaram-se recortes das unidades de registro que mais se repetiam quanto à análise dos alunos acerca dos aspectos

científicos, éticos, políticos e econômicos em relação ao tema discutido com a finalidade de descobrir indicadores e tecer inferências e interpretações, de acordo com o objetivo da presente pesquisa.

Como proposto por Bardin (2016), dos recortes e codificações iniciais dos dados surgiram dois temas, os quais se repetiam constantemente ao longo das leituras flutuante e específica do *corpus* documental e que forneciam sentido ao objetivo da investigação. A reflexão desses dois temas formados, *a priori*, permitiu o isolamento dos diferentes elementos presentes nas unidades de registros e seu posterior reagrupamento em três categorias, as quais podem ser observadas no quadro 2. Os dados referentes a cada categoria são sistematizados, discutidos e analisados qualitativamente nos próximos itens deste trabalho.

Quadro 2: Temas e categorias para análise dos resultados. **Fonte:** as autoras.

TEMAS	CATEGORIAS
Conceituação sobre câncer, mitose e fosfoetanolamina	1. Entendimento sobre câncer, mitose celular, fosfoetanolamina e suas inter-relações.
Aspectos CTS em relação à fosfoetanolamina	2. Entendimento acerca do custo/risco e benefício sobre a fosfoetanolamina.
	3. Entendimento acerca da relação entre fosfoetanolamina e aspectos políticos, econômicos e éticos.

Para facilitar a visualização e distinção no texto, as unidades de registro analisadas foram descritas em recuo neste trabalho e, para garantir o anonimato dos alunos, suas falas estão codificadas pela inicial A, seguido pelo seu respectivo número do diário de chamada, assim como, a professora-pesquisadora está identificada pela sigla PP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Categoria 1: Entendimento sobre câncer, mitose celular, fosfoetanolamina e suas inter-relações

Partindo-se da premissa de que “[...] o ensino direto de conceitos sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril” (Vigotski, 2001a, p. 247), o primeiro passo da pesquisa foi investigar, por meio da aplicação de um questionário, as concepções prévias dos alunos sobre a QSC fosfoetanolamina e sua relação com o conteúdo câncer e mitose celular. Tais concepções demonstraram que, até aquele momento, só haviam mobilizado conceitos espontâneos e superficiais, pois só expressaram um sentido pessoal aos termos questionados, sem generalizações, ou seja, os alunos relacionavam o termo câncer como uma “doença” ou “tumor”, “maligno” com “consequências negativas à saúde”. À mitose, 41% dos alunos a vinculavam a “multiplicação ou divisão celular” e, no que se refere à fosfoetanolamina, dos 63% que responderam a questão, 26% a relacionavam com a “cura do câncer”, o “controle do câncer” ou “tratamento do câncer”.

Em contraste, ao longo do desenvolvimento da proposta didático-pedagógica, parte dos estudantes demonstrou ter avançado na compreensão conceitual em relação as suas concepções iniciais acerca de câncer, mitose celular e suas inter-relações com a fosfoetanolamina, uma vez que apresentaram conhecimentos mais complexos do que os empregados inicialmente, como pode ser observado nos trechos apresentados e discutidos na sequência, os quais foram retirados das transcrições das comunicações obtidas nas aulas de ciências entre alunos/alunos e alunos/professora-pesquisadora.

P/P: [...] E, agora, depois da discussão da aula passada, vocês já conseguem ter uma ideia do que se trata essa doença (câncer)? A3: Câncer é uma doença que contém mais de 100 doenças. P/P: Vocês concordam com A3? Alunos: (coro) Não! P/P: Então, o que seria o câncer? A35: É um tumor, professora. P/P: O que o tumor tem a ver com o câncer? A35: O tumor é o câncer.

Percebe-se pelas fala dos alunos que, logo após as primeiras ações pedagógicas, mediadas pela P/P, que estes se encontravam em estágios elementares de formação conceitual, constituídos ainda por ideias sincréticas, pois repetiam termos sem saber explica-los, ou seja, utilizavam espontaneamente as palavras tumor e câncer, originadas de suas próprias impressões, porém não dominavam os elementos essenciais dos conceitos (Vigotski, 2001a). Em busca de nortear os alunos para o aprendizado de conteúdos conceituais, a P/P continuou o diálogo por meio de perguntas verificadoras e esclarecedoras:

P/P: Como forma esse tumor? A1: Multiplicação das células. A3: As células crescem desordenadas. P/P: Gente, ouviram o que o A3 falou? Alunos: (coro) Sim! P/P: O que quer dizer “as células crescem desordenadas”? A20: É assim, as células ficam multiplicando sem parar, sem parar... P/P: O que isso tem a ver com os tumores? A13: As células crescem ficam crescendo até formar um câncer... um tumor. P/P: Ah, tá... então, essas células crescem até formar um tumor. Mas, o que seria um tumor, né? Será que todo tumor, por exemplo, forma um câncer? Alunos: (alunos sem resposta!).

As respostas de A1, A3 e A13 revelam que a discussão desenvolvida nas aulas com os instrumentos linguísticos, juntamente com a experiência social e estágio de pensamento em que os alunos se encontravam foi profícua para sua aprendizagem, em função de apresentarem um nível de compreensão mais complexo, pois, nesta fase, já passavam a relacionar os termos “tumor, câncer e divisão celular”. Outro fato relevante destes estudantes refere-se ao seu desempenho participativo ao longo das aulas, discutindo, questionando e opinando nos assuntos abordados. Segundo Fontana (2005), a exposição de opinião do sujeito em um ambiente discursivo, mediado pela ação docente, poderá promover a internalização de concepções abordadas no discurso, desenvolvendo uma aprendizagem além das palavras, uma vez que “[...] o processo de elaboração conceitual emerge como processo de articulação, pelo confronto, de muitas vozes sócio-historicamente definidas, em condições de interação determinadas” (Fontana, 2005, p. 28).

Diante da ausência de resposta dos estudantes ao questionamento “se todo tumor pode formar um câncer”, identificou-se que os conhecimentos elementares que tinham sobre câncer e tumores não eram suficientes para responderem ao questionamento, sendo necessário aprofundar os conhecimentos por meio de recursos adequados, pistas e anúncios intencionais, os quais facilitariam o desencadeamento da ZDP. Assim, a P/P chamou a atenção dos estudantes para os slides.

P/P: Vocês saberiam me dizer por que existem tantos tipos de câncer diferentes? A20: Por que nós temos células diferentes??? Não sei dizer. P/P: Isso, o último conteúdo que nós vimos foi sobre o sistema nervoso que tinha um tipo de célula... A35: Os neurônios. P/P: Então, todo nosso corpo é formado por neurônios, certo!? Alunos: (coro) Não! A35: Porque a gente tem outras células também. P/P: Isso, nós temos vários tipos de células diferentes no nosso corpo. As células da pele são iguais às células do coração? Alunos: (coro) Não! A1: As células da pele é epitelial. A do coração não lembro. P/P: Então, existem vários tipos de células e as células formam os tecidos que vão revestir os órgãos, dependendo do tipo de célula, um tipo de câncer diferente poderá ser formado.

Como podemos observar no trecho descrito acima, os questionamentos realizados pela P/P desencadearam uma situação motivadora que possibilitou os estudantes avançarem do sincretismo para níveis mais elevados de elaboração do conceito sobre câncer, a exemplo, temos a correlação apresentada entre célula e tecidos pelos alunos, conteúdos abordados em outras aulas na disciplina de ciências. Essa retomada de conteúdos é necessária para evitar um ensino fragmentado e descontextualizado, como já proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências da Natureza (Brasil, 1998), contribuindo na construção de conceitos científicos.

Prosseguindo a investigação, explorou-se outros elementos ligados à formação do câncer.

P/P: Bem, aqui está dizendo que câncer vem da palavra grega “Karkinos” que em português quer dizer caranguejo. Olhem aqui, nós temos a imagem de um caranguejo e de uma célula cancerígena, vocês sabem me dizer por que podemos fazer essa comparação? A35: As perninhas do caranguejo parece aquelas veias lá da célula. P/P: Isso, na verdade são capilares sanguíneos, ou seja, um vaso bem mais fino que as veias, né. Por que será que essa célula cancerígena está ligada a vários capilares? A1: pra levar sangue pra ela. P/P: Pra levar sangue? A gente já estudou o sistema sanguíneo. Vocês lembram por que as células dependem do sangue pra sobreviverem? A20: Pra poder levar oxigênio e nutrientes pra célula. A1: Pra nutri a célula.

Aproveitando a construção dos conceitos dos alunos acerca de câncer, a P/P relacionou tal conceito com mitose celular.

P/P: O que seria essa mitose celular? A3: É a divisão das células. A1: Quando as células se multiplicam. P/P: Mas, para que serve essa divisão celular. A35: Pra gente crescer, professora. A1: Pra renovar os machucados (mostrando o seu dedo cortado). P/P: Isso mesmo, o que pode explicar, por exemplo, a diferença de tamanho entre um rato e um elefante? A35 e A3: O elefante tem mais células... A3: Por isso cresceu mais, ficou bem grandão.

Neste trecho, evidenciamos que, apesar de conduzidos pela professora, os alunos se encontravam em um estágio conceitual mais elevado que o sincrético, caracterizado como estágio por complexo de formação do conceito sobre câncer e mitose celular, pois conseguiram correlacionar estes conceitos, citando exemplos vivenciados por eles, porém, não chegam a fazer generalizações, uma vez que não foi observada a passagem conceitual do geral ao particular e do particular para o geral (Vigotski, 2001a).

Continuando a investigação, os alunos foram questionados quanto à relação do termo fosfoetanolamina com câncer. Dentre as respostas mencionadas mais próximas à formação conceitual estão:

A4: Câncer é uma doença e a fosfoetanolamina é todas as quimioterapias mas em uma só cápsula. No vídeo a mulher tava falando que quando ela começou a tomar a fosfoetanolamina, o tumor dela diminuiu de 10 cm para 9 cm. A35: “A fosfo indica a célula cancerígena, a célula não tá trabalhando direito no corpo pro organismo ir lá e combater ela”. A20: “Porque ela ajuda no tratamento do câncer. Não é que ela pega e mata a célula do câncer. Ela pega e entra no organismo e indica pro nosso sistema imunológico e indica: óh, essa célula está contaminada com câncer, daí o sistema imunológico vai lá e destrói ela. Ela serve pra indicar as células defeituosas.

Na descrição acima, observamos um nível gradual de generalização e abstração, pois conseguiram fazer as primeiras conexões entre a fosfoetanolamina e o câncer de modo a utilizarem, em suas descrições, termos científicos, porém, construídos ainda a partir de níveis concretos, próprio das fases finais do pensamento por complexo, ou seja, apresentam um pseudoconceito. Para Vigotski (2001a), os sujeitos que se encontram na fase de pseudoconceito, empregam termos semelhantes aos utilizados por indivíduos com níveis conceituais mais elevados, porém, o que de fato exibem, são conceitos concretos.

As concepções dos estudantes a respeito da relação entre Câncer e Mitose Celular também foram observadas após as mediações em sala de aula e entendidas como próximas ao conceito propriamente dito e aceitável para o seu nível de maturação intelectual, bem como possibilitado pelas suas experiências de aprendizagem obtidas até aquele ano de ensino da turma investigada e que, portanto, fazem parte do seu nível de desenvolvimento real, uma vez que como destaca Vigotski (2007), apesar de a aprendizagem promover o desenvolvimento do pensamento dos sujeitos, é necessário que sejam considerados no processo de ensino os seus limites de desenvolvimento intelectual.

A20: É que o câncer é causado pela divisão excessiva da célula”. A35: “É que no câncer a célula se multiplica muito ligeiro, na mitose também, né, só que só repõe as células que estão mortas, já o câncer fica multiplicando, multiplicando e vai indo pra outros lugares do corpo, pega a corrente sanguínea.

Considerando que o câncer é uma hiperproliferação celular, ocasionada pelo descontrole da divisão e homeostase das células tumorais malignas (Junqueira & Carneiro, 1991), considerou-se que as respostas dos alunos A20 e A35 são exemplos que aproximaram-se da real relação entre o câncer e o processo de mitose (divisão) celular, sendo classificados, mais uma vez, como pseudoconceitos.

De maneira geral, as análises das descrições dos trechos apresentados demonstraram que apesar dos avanços apresentados, os alunos encontravam-se em diferentes estágios no processo de formação dos conceitos estudados, pois, foi possível verificar que alguns conceitos estavam em processo de internalização, especialmente, na fase de pseudoconceito, e outros alunos, apesar de terem assiduidade nas aulas investigadas e terem o mesmo acesso aos recursos e metodologias, ainda se encontravam em estágios elementares de formação: sincrético e do tipo complexo.

Categoria 2: Entendimento acerca do custo/risco e benefício sobre a fosfoetanolamina

No presente item, colocou-se em discussão as posições dos estudantes sobre o uso da fosfoetanolamina como medicamento, levando-se em consideração a análise de valores envolvendo os custos/risco e benefícios inculcidos nesta controvérsia.

Nas primeiras discussões coletivas após a apresentação da polêmica envolvendo a substância fosfoetanolamina, observou-se que apesar de estarem cientes dos riscos que o uso desta substância poderia proporcionar aos pacientes com câncer, por não ter passado pelos testes clínicos, alguns estudantes mostraram-se a favor da sua liberação. Suas justificativas para tal posicionamento embasam-se em fatos empíricos de depoimentos de pacientes que fizeram o uso da fosfoetanolamina, alcançando resultados positivos para a regressão ou não progressão do câncer. Percebe-se que essas opiniões dos estudantes não

levam em consideração outros fatores de risco que também foram questionados nas discussões, como: dosagem correta, abandono de outros tratamentos convencionais para o câncer, data de validade, efeitos colaterais, entre outros, conforme trecho abaixo:

P/P: Vocês acham que foi correto isso, eles distribuírem a fosfoetanolamina aos pacientes sem ela passar pelos testes, sem passar pela Anvisa? A21: Eu acho que foi. P/P: Você acha que foi? A1: Sim, professora, porque eles não aprovam e tem pessoas morrendo. A20: Não, não foi bem certo porque se ela causasse algum efeito colateral nas pessoas e elas piorassem? A21: Ah, mas eles tão vendo que tá dando resultado. A20: Mas se eles tão vendo que tá dando certo, por que não aprovam? A21: Então? [...] A35: Mas claro, professora. Foram e fizeram um monte de visita (cientistas) e eles não aprovaram (Anvisa), ficaram de joelho lá (no senado) e não falaram nada. A20: Vamos supor, não foi certo, poderia ter causado algum mal, mas se a pessoa tá lá, na beira da morte e descobre que tem essa pílula que pode melhorar a vida da pessoa, claro que vai querer a pílula, né?

Por outro lado, por se tratar de um tema de caráter controverso, muitos estudantes, como revela a fala do aluno A20, continuaram com opiniões divergentes. A respeito disso, Reis e Galvão (2005) destacam que o intuito central de uma discussão envolvendo QSC seria justamente ampliar a visão dos estudantes em relação às incertezas que rodeiam este tema e não se chegar a uma resposta em comum.

Para Ratcliffe e Grace (2003), as discussões que envolvem QSCs são repletas de dificuldades de julgar seus limites e proibições e chegar a uma determinada opinião, principalmente porque envolvem valores éticos e morais em jogo, como no caso da fosfoetanolamina, a qual flui como única solução para tratar ou erradicar uma das doenças que mais mata no mundo – o câncer; isso justifica a relevância das QSCs em sala de aula por serem potenciais para discutir valores humanos e de cidadania relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico.

Outras respostas dos estudantes que justificam sua posição a favor da liberação da fosfoetanolamina recaem sobre o custo desta substância por apresentar, segundo as fontes de informações discutidas, um preço mais acessível que os tratamentos convencionais, como a radioterapia e quimioterapia.

A35: Se é pobre tem que usar. A20: Não é certo, mas se a pessoa não tem condição para pagar, o que elas podem fazer? P/P: E se o governo custear o tratamento? A21: Mas, quando o governo paga é pelo SUS, né? Daí, é aquela enrolação.

O trecho acima demonstra a crítica dos estudantes ao SUS, programa do governo que custeia tratamentos de saúde da população no Brasil. A crítica refere-se à demora por atendimento na saúde pública via este programa que gera desgastes físicos e emocionais nos pacientes. Fica evidente uma reflexão dos estudantes acerca dos custos do câncer e a vantagem em optar por um tratamento à base da fosfoetanolamina, a qual apresenta baixo custo, como reforçam os diálogos a seguir:

A21: É que às vezes demora muito (SUS), às vezes não vem o remédio, a pessoa fica esperando, esperando, esperando e nunca chega a vez dela. A35: No jornal passa direto essa situação. P/P: Que situação, A35? A35: Fica anos lá esperando, chega lá fica na fila, tem muita gente na frente, a prioridade é pros ricos, né professora, os ricos sempre dão gorjeta, já era. Alunos: (risos)! A20: Não, mas os ricos não iam pro SUS. A35, já iriam diretamente para o hospital particular.

As falas do trecho acima revelam que alguns estudantes se informam por meio de noticiários da televisão. No entanto, ao serem questionados oralmente sobre as informações presentes nas bulas de medicamentos, a maioria demonstrou ausência de hábito desse tipo de leitura, destacando a falta de conhecimento da importância deste ato. Desta maneira, com o intuito de proporcionar o conhecimento acerca dos riscos e benefícios de medicamentos aprovados pela Anvisa, a P/P distribuiu algumas bulas de medicamentos, como vitaminas, xarope, anticoncepcionais, entre outros e propôs sua leitura, reflexão e discussão coletiva:

P/P: O que será que está registrado aqui nesse monte de letra, neste texto grande aqui? A21: Fala do que foi feito. A35: Fala o nome dos remédios que juntou pra fazer. A21: Receita de como tomar. P/P: Para que serve esse remédio. A13: Pra que doenças pode tomar. A36: Que efeito causa. P/P: Efeitos negativos ou positivos? Alunos: (coro) Negativos! P/P: Ah, os efeitos negativos também estão aqui na bula? A20: Não. Quem vai ser besta de escrever aí.

Em meio às descobertas acerca das informações contidas nas bulas dos medicamentos em análise, percebe-se pela última fala do aluno A20 no trecho acima que os estudantes possuem a concepção distorcida

de que os medicamentos que passaram pelos testes clínicos e aprovados pela Anvisa são ausentes de efeitos colaterais, portanto, livres de riscos ao organismo humano.

Sobre isso, Reis (2006) destaca que o uso de QSCs em sala de aula pode promover o conhecimento e esclarecimento dos riscos que envolvem temas polêmicos que são comumente divulgados nos noticiários, como no caso do uso de medicamentos. Zeidler e Keefer (2003) complementam essa concepção, ressaltando que a reflexão de temas polêmicos da C&T de relevância social permitem a descoberta de suas aplicações e implicações no contexto em que o aluno se encontra, proporcionando-lhe uma visão mais real do mundo.

Para complementar as análises dos riscos e benefícios da fosfoetanolamina e da importância de um medicamento ser regularizado por órgãos de vigilância sanitária, a P/P passou trechos do filme “Eu sou a lenda” com o intuito de despertar nos estudantes a reflexão sobre a natureza do conhecimento científico, como livre de erros.

P/P: Vocês lembram quais foram os efeitos nas pessoas? A35: Viraram mutantes. A1: Ficaram noturnas. Ficou rosado. A35: Sem pelo. Ficou sensível ao sol. P/P: E o cabelo? A35: Caiu o cabelo. P/P: E os hábitos alimentares? A35: Mudou. A15: Começou a comer carne humana. A35: Ficou carnívoro. P/P: Será que isso também acontece na vida real, com cientistas verdadeiros? A35 e A1: Sim. A20: Do jeito do filme, não. P/P: Mas, de que jeito A20, você acha que os cientistas podem errar? A15: Fazer um medicamento errado. A20: Um medicamento que pode causar outras doenças.

Os diálogos acima revelam que os estudantes já estavam imbricados de uma nova visão das intempéries que envolvem a invenção de um medicamento. Assim, continuando a exploração sobre os possíveis erros da ciência, foram observados relatos referentes à compreensão da importância de ler as bulas de medicamentos para conhecer os efeitos desejáveis, prazo de validade, composição, local de armazenamento, bem como os riscos e seus efeitos colaterais antes de usá-los.

A20: Tem outros que causam efeito colateral (lendo a bula). Vamos supor, se eu tenho alergia a algum tipo de composto, se tem aquele tipo de composto no remédio e eu tomar poderá causar alguma coisa. É por isso que tem que ter a bula pra gente saber do que é composto, daí a gente sabe. Se alguém tem alergia a não sei o que lá, daí vou tomar um paracetamol que tem um composto que eu tenho alergia, daí não posso tomar, se não vai me causar mal. A35: É porque pode ser que agora está dando resultado, mas daqui um tempo ninguém sabe direito, pode até provocar outra doença e outras coisas ruins”. A4: O problema também é não aceitar o remédio, o remédio não ser o certo e causar enjoos e outros tipos de doenças ou danificar a pessoa.

Segundo os resultados da pesquisa de Pedrancini (2015) sobre percepção pública dos medicamentos, apesar de servir para instrução do uso correto de medicamentos, somente uma minoria da população investigada demonstrou hábito de ler bulas de medicamentos antes de consumi-los. Isso vem reforçar a influência da escola como meio provedor da compreensão da importância de analisar as implicações da C&T para a sociedade, principalmente por meio das discussões com QSCs nas aulas de ciências (Carvalho, 2014).

Frente à descoberta, por parte dos alunos, dos efeitos colaterais dos medicamentos em discussão aprovados para consumo pela Anvisa, retoma-se em pauta a polêmica em torno da substância fosfoetanolamina, precisando de esclarecimento pela P/P para entenderem os motivos que levaram a Anvisa a não aprovar o uso desta substância pelos pacientes com câncer, inserindo no cenário de discussão novos questionamentos para orientá-los na fundamentação de suas opiniões.

A1: Então, por que não aprovam, né professora? P/P: Porque, A1, por exemplo, se por acaso alguém passar mal com um medicamento aprovado pela Anvisa, a pessoa vai querer responsabilizar alguém, não acha? A1: Vão recorrer a alguém. A35: Ela vai atrás de seus direitos. P/P: Isso, o governo vai ter que restituir a pessoa de alguma forma. A1: Daí se comprar uma substância sem nota, o que vai fazer? P/P: Se comprar a fosfoetanolamina que não foi aprovada, não tem bula, nem caixa, não tem nada, a quem as pessoas vão recorrer? A3: Ao prefeito. P/P: Ao prefeito não, ele nem vai querer saber disso, já que não tem liberação. Olha, se a Anvisa não aprovou, a pessoa não pode recorrer a nada.

Ao final das discussões dos custos, riscos e benefícios acerca da fosfoetanolamina, percebe-se que estes alunos começaram a estabelecer uma análise mais crítica das relações existentes entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, as quais destacam que embora a Fosfoetanolamina seja produzida por cientistas, ela

não está livre de conter erros, pois a ciência assim como os seus idealizadores são falíveis e, portanto, revogáveis (Zeidler & Keefer, 2003).

Categoria 3: Entendimento acerca da relação entre fosfoetanolamina e aspectos políticos, econômicos e éticos

A compreensão dos alunos sobre os aspectos políticos, éticos e econômicos da QSC fosfoetanolamina foi estabelecida durante as interações discursivas promovidas ao longo das aulas investigadas e em alguns trechos extraídos da entrevista semiestruturada.

Nestas aulas, as leituras e discussões de textos, envolvendo a interferência da esfera política na polêmica acerca da fosfoetanolamina em 2016, possibilitaram a reflexão dos estudantes sobre os interesses particulares do poder executivo brasileiro e as consequentes implicações na sociedade, fruto do despreparo para tomadas de decisões em assuntos peculiares pertinentes à área saúde, como a liberação de medicamentos. Assim, após a leitura coletiva do texto na sala de aula que retrata a decisão radical da presidente na época sobre a liberação da fosfoetanolamina, ao sancionar a Lei 13.269/16, foram desencadeados os seguintes diálogos:

A35: Ah, professora foi por isso que ela liberou o uso da pílula, óh, esperta. P/P: Por que você acha que ela liberou, A35? A20: Porque ela é veijaca (esperta). A35: Pra não tirar ela (do cargo).

Ao apresentar no texto a situação real pela qual o poder executivo vigente estava passando, vítima de um processo de *impeachment*, verificou-se que os estudantes A20 e A35 atribuíram ao fato o motivo pelo qual se baseou a decisão da presidente em sancionar a lei que liberava o uso compassivo da fosfoetanolamina. As falas destes estudantes expõem um alerta à maneira como as decisões envolvendo C&T estão sendo tomadas em nível de políticas públicas, as quais estão, na maioria das vezes, vinculadas a interesses particulares.

No entanto, deve-se considerar nas opiniões dos alunos A20 e A35 a possível influência do contexto histórico que o Brasil estava enfrentando em 2016, ou seja, o processo de *impeachment* contra a Chefe do Poder Executivo Federal. Apesar da investigação em sala de aula ter ocorrido alguns meses depois da condenação da Presidente em 2016, a população de maneira geral, incluindo os estudantes, que acompanharam todo o trajeto do *impeachment* pelos meios de comunicação ainda demonstravam uma indignação com a situação política instaurada no país. Desta maneira, depara-se com as dificuldades de analisar se os diálogos dos alunos A20 e A35 deveriam ser atribuídos a uma reflexão crítica do texto em pauta discutido na aula ou teriam influência do contexto político que estavam vivenciando.

Além disso, torna-se necessário destacar o impacto das notícias publicadas pela mídia na opinião dos indivíduos, uma vez que uma variedade de notícias tem atingido o cotidiano da população, porém de forma fragmentada, descontextualizada e vazia de seus valores éticos e morais, dificultando a análise das informações divulgadas (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007) e contribuindo para um processo semiformativo, no qual os indivíduos se apropriam do pensamento propiciado pelas leituras que privilegiam interesses particulares de minorias e dificultam a compreensão dos limites e as relações benefícios/malefícios da C&T (Ratcliffe & Grace, 2003).

Continuando as discussões:

A20: Porque eles só pensam em dinheiro! A1: Eles pensam na porva (dinheiro). P/P: Quem são estes que só pensam em dinheiro? A1: O governo. P/P: O governo? A20: Não viu o caso dos farmacêuticos que só querem vender caro. A1: Os laboratórios. A20: Eles não querem vender aquela lá (fosfoetanolamina) só porque é muito barato, não vai render lucro. A21: Eles querem vender, não querem dar de graça. P/P: E, vocês viram quanto pode custar um remédio de câncer? A21: R\$ 2.000, R\$ 4.000. A35: R\$ 80.000. P/P: Então, e a fosfoetanolamina, ela é cara? A21 e A1: Não, R\$ 0,30 a cápsula.

As discussões destacadas acima possibilitaram aos participantes reconhecerem acordos e trocas de interesses em que ganham médicos, farmacêuticos e os donos de laboratório, bem como decisões políticas tomadas nas principais instâncias de poder no país as quais revelam grande controle nas decisões de agências e ministérios para benefícios próprios. Ressalta-se a importância de uma formação em ciência e tecnologia que possibilite a discussão democrática da utilização do conhecimento científico em prol de todos os cidadãos e não somente de instâncias dominantes como a política. O reconhecimento dos interesses

econômicos e políticos envolvendo a fosfoetanolamina também pode ser observado nas respostas dos estudantes à entrevista semiestruturada, realizada após a intervenção didática, como observado a seguir.

P/P: Depois de tudo que foi discutido nas aulas, vocês reconhecem algum interesse particular, econômico e/ou político envolvido com a Fosfoetanolamina? Quais? A33: O interesse deles é dinheiro mesmo, é que eles só pensam em si mesmos e não pensam nos outros que estão nas casas sem solução. P/P: Quem você acha que tem interesse político? A33: Eu já vi na internet que o governo não quer liberar a fosfoetanolamina porque ela é muito barata. Eles querem aumentar mais o valor da fosfo. P/P: E, você acha que tem algum interesse financeiro? A35: Sim. Porque a fosfo é 30 centavos a cápsula, muito baratinha, enquanto os outros remédios são muito caros, daí qualquer um vai querer pensar só no lucro. P/P: Quem é que vai querer pensar no lucro? A35: Os laboratórios e farmacêuticos. Preferem os remédios mais caros porque vão dar mais lucro pra eles.

Nestes discursos, percebe-se a riqueza das análises críticas dos interesses particulares das indústrias farmacêuticas na promoção dos altos preços dos medicamentos para os atuais tratamentos de câncer, bem como foi possível observar nas falas interpostas a presença da avaliação dos possíveis interesses políticos na aprovação da Lei 13.269/16 que trata da liberação do uso da Fosfoetanolamina, mesmo sem ter sido remetida aos devidos testes clínicos. Por outro lado, faz-se necessário analisar a maneira como a professora/pesquisadora conduziu a discurso sobre os interesses políticos envolvidos na liberação da fosfoetanolamina. Ela o fez através de questionamentos que podem, mesmo que sem intencionalidade da sua parte, ter induzido os alunos a estabelecerem uma relação entre a liberação da fosfoetanolamina com interesses particulares da presidente da época. Essa forma de conduzir uma discussão em sala dificulta uma ascensão do processo de formação de argumentos dos alunos, pois ao direcionar as respostas, outros sentidos vinculados ao assunto em pauta podem ser silenciados e deixam de ser explorados e considerados na formação de opinião dos alunos, assim como pode contribuir para um processo de alienação dos sujeitos.

Os fatores éticos e morais também estão intrinsecamente ligados ao contexto político e econômico discutido anteriormente, na medida em que os investimentos na ciência e tecnologia são sempre projetados por grupos de pessoas ligados a interesses que nem sempre são os mesmos da população em geral, como no caso apresentado na liberação da fosfoetanolamina pelo poder executivo, o qual não levou em consideração os possíveis riscos que tal decisão poderia ocasionar aos pacientes com câncer, bem como os interesses financeiros das indústrias farmacêuticas assim como destacado por Angell (2008).

Tais reflexões realizadas ao logo desta pesquisa revelam um aprofundamento, pelos estudantes, no conhecimento da QSC explorada e da relação da fosfoetanolamina com os conceitos científicos 'câncer' e 'mitose celular', assim como o reconhecimento e interpretação por estes dos aspectos políticos, éticos e econômicos e dos fatores de custo/risco e benefícios que abarcam a QSC Fosfoetanolamina. Portanto, percebe-se que estes estudantes começaram a estabelecer uma análise mais crítica das relações existentes entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, contribuição esta que pode ser relacionada ao uso da QSC fosfoetanolamina nas aulas de ciências.

Segundo Reis e Galvão (2005), é importante que haja a introdução de temas sociocientíficos em sala de aula a fim de promover esclarecimentos das suas implicações na sociedade, bem como os interesses particulares envolvidos nesta temática, desenvolvendo, assim, subsídios para as tomadas de decisões sociais a respeito de temas polêmicos que na maioria dos casos são tratados com parcialidade pelos meios de comunicação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho as concepções expressas pelos estudantes mediante as investigações prévias sobre a QSC fosfoetanolamina e sua relação com o conteúdo câncer e mitose celular demonstraram que, até aquele momento, os alunos só mobilizaram conceitos espontâneos e superficiais; contrapondo-se aos conhecimentos mais complexos apresentados ao longo do desenvolvimento da proposta didático-pedagógica, na qual se estabeleceu a relação entre os termos "tumores, câncer e divisão celular". Por outro lado, foi possível verificar que após a intervenção didática, alguns estudantes continuaram apresentando dificuldades em relacionar esses conceitos, caracterizando estar ainda em níveis mais elementares do processo de formação dos conceitos científicos discutidos nas aulas.

Em relação à compreensão dos alunos acerca do custo/risco e benefício da QSC fosfoetanolamina, os resultados revelaram que apesar de estarem cientes dos riscos que o uso desta substância poderia

proporcionar aos pacientes com câncer, por não ter passado pelos testes clínicos, a maioria dos estudantes posicionou-se a favor da sua liberação, justificando-se pela possibilidade de ajudar os pacientes com câncer que não apresentavam resultados positivos frente aos tratamentos convencionais ou pelo motivo da fosfoetanolamina apresentar custo muito inferior em comparação aos tratamentos convencionais, como a radioterapia e quimioterapia.

Sobre as análises dos aspectos políticos e éticos que abarcam a fosfoetanolamina, percebe-se que ao longo das discussões sobre a QSC na sala de aula, os estudantes reconheceram a relação de interesses políticos e falta de ética nas tomadas de decisões envolvendo a Ciência e Tecnologia. No caso da fosfoetanolamina, esse reconhecimento é manifestado pelos estudantes ao relacionarem o parecer positivo de políticos em relação à liberação da fosfoetanolamina, sem ter passado pelos testes clínicos, com o intuito de apoio político, isto é, com possíveis interesses particulares.

O reconhecimento dos aspectos econômicos acerca da fosfoetanolamina também foi verificado, visto que os estudantes expressaram ao longo das discussões os acordos e trocas de interesses entre farmacêuticos e os donos de laboratórios para lucrar com medicamentos e patentes usados nos tratamentos de câncer. Ligados a estes, foram analisados os aspectos éticos os quais foram caracterizados nas reflexões dos estudantes sobre as tomadas de decisões políticas que buscam privilegiar contratos com empresas para troca de favores remunerados; na falta de responsabilidade política ao aprovar o uso de um medicamento sem levar em consideração seus riscos à população, assim como nos interesses financeiros das indústrias farmacêuticas nos tratamentos contra o câncer.

Ademais foram identificadas limitações na prática desenvolvida sobre a QSC fosfoetanolamina, as quais valem a pena serem destacadas para serem superadas por aqueles que desejarem usar em sala de aula o produto desta pesquisa, ou tomá-la como exemplo para outras investigações, como por exemplo: a) superação do modelo tradicional de ensino: esta limitação foi constatada tanto pelas ações dos alunos quanto da P/P; nos alunos por, provavelmente, não estarem acostumados a serem instigados à perguntas problematizadoras; quanto a P/P, apresentou dificuldades em superar o modelo tecnicista de transmissão de conhecimento e interpor situações-problema ou recursos materiais em momentos necessários que pudessem desencadear uma maior participação dos alunos nas discussões propostas; b) linguagem acessível aos alunos do oitavo ano do Ensino Fundamental: alguns termos utilizados, tanto no levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes como ao longo das aulas, pareceram inadequados para o nível de ensino da turma investigada, tais como: “fosfoetanolamina”; “mitose celular”; “metástase”; “neoplasia”; “carcinogênese”, sendo necessário uma atenção maior na transposição destes conteúdos; c) extensão da proposta investigada: nos últimos dos 9 encontros, observou-se uma perda acentuada pelo interesse dos alunos nas discussões; esses fatores observados revelam que as QSC não precisam ser trabalhadas de forma exaustiva, mas sim ao longo de todo o ano letivo em alguns momentos específicos.

Considerando os resultados obtidos nas comunicações entre os alunos e alunos-professora/pesquisadora discutidas neste trabalho, evidencia-se que a QSC Fosfoetanolamina contribuiu para o desenvolvimento de um Ensino de Ciências contextualizado e reflexivo, possibilitando a participação dos estudantes nas atividades e nos diálogos acerca dos aspectos sociais e científicos que abarcam este tema.

Dessa maneira, tais reflexões das enunciações dos estudantes, bem como da prática desenvolvida revelam o potencial formador da abordagem de temas controversos no processo de Alfabetização Científica, uma vez que, na presente investigação, os estudantes demonstraram que adquiriram subsídios para reconhecerem e interpretarem as dimensões sociais, políticas, econômicas e éticas que abarcam a QSC Fosfoetanolamina, bem como analisarem as complexas e dinâmicas relações CTS.

Agradecimentos

Ao Programa Institucional de Bolsas aos Alunos de pós-graduação da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – PIBAP.

REFERÊNCIAS

Aikenhead, G. S. (2009). Research into STS science education. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(1), 1-21. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4005/2569>.

- Angell, M. A. (2008). *Verdade sobre os laboratórios farmacêuticos: como somos enganados e o que podemos fazer a respeito*. Rio de Janeiro/ São Paulo: Record.
- Auler, D. (2007). Enfoque Ciência- Tecnologia- Sociedade: Pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, 1, 1-20. Recuperado de <http://200.133.218.118:3536/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/147/109>.
- Auler, D. (2002). *Interações sobre Ciência – Tecnologia – Sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82610>.
- Bakovic, M., Fullerton, M. D., & Michel, V. (2007). Metabolic and molecular aspects of ethanolamine phospholipid biosynthesis: the role CTP: phosphoethanolamine cytidyltransferase (Pcyt2). *Biochem Cell Biol.*, 85, 283-200. <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/O07-006>.
- Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo*. São Paulo, SP: Edições 70.
- Bazzo, W. A. (2015). *Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis, SC: UFSC.
- Bazzo, W. A., Pereira, L. T. V., & Bazzo, J. L. S. (2016). *Conversando sobre Educação Tecnológica*. Florianópolis, SC: UFSC.
- Brasil (1998). Ministério da Educação. Secretaria do Ensino Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>
- Carvalho, L. M (2014). *Diálogos entre educação formal e não formal no ensino médio público: potencial pedagógico para a alfabetização científica com enfoque CTSA*. (Dissertação de Mestrado). Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. Recuperado de <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/188>
- Chassot, A. (2010). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí, RS: Unijuí.
- Fontana, R. Ap. C. (2005). *Mediação pedagógica na sala de aula*. Campinas, SP: Autores Associados.
- Galvão, C., & Reis, P. (2008). A promoção do interesse e da relevância do ensino da ciência através da discussão de controvérsias sociocientíficas. In R. M. Vieira *et al.* (Orgs.), *Ciência-tecnologia-sociedade no ensino das ciências: Educação científica e desenvolvimento sustentável* (131-135). Aveiro, Portugal: Universidade de Aveiro.
- Gauthier, C., & Tardif, M. (2010). *A pedagogia: teorias e práticas da antiguidade aos nossos dias*. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Hilário, T., & Reis, P. R. (2009). Potencialidades e limitações de sessões de Discussão de controvérsias sociocientíficas como contributos para a literária científica. *REU*, 35(2), 167-183. Recuperado de <https://repositorio.ipsantarem.pt/handle/10400.15/31>.
- Junqueira, L. C., & Carneiro, J. (1991). *Biologia celular e molecular*. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan.
- Luria, A.R. (1994). *Linguagem e Pensamento*. Rio de Janeiro, RJ: Civilização Brasileira.
- Meneguelo, R. (2007). *Efeito antiptoliferativos e apoptóticos da fosfoetanolamina sintética no melanoma B16F10*. (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. Recuperado de https://ambienteporinteiro.com/files/200000101-6da7f6ea2d/TDE_RenatoMeneguelo.pdf.
- Oliveira, M. K. de. (1997). *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sóciohistórico*. São Paulo, SP: Scipione.
- Pedrancini, V. D. (2015). *Percepção pública da Ciência e Tecnologia dos medicamentos: Subsídios para o Ensino de Ciências*. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, São Paulo. Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/154687>.

- Pedrancini, V. D., Corazza, M. J., & Galuch, M. T. B. (2011). Mediação pedagógica e a formação de conceitos científicos sobre hereditariedade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 109-132. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART6_Vol10_N1..pdf.
- Pérez, L. F. M. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo, SP: UNESP.
- Pinheiro, M. A. N., Silveira, F. C. M. R., & Bazzo, A. W. (2007). Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, 13(1), 71-84. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274182>.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science Education for citizenship: Teaching socioscientific issues*. United States of America: Open University Press.
- Reis, P. (2006). Uma iniciativa de desenvolvimento profissional para a discussão de controvérsias sociocientíficas em sala de aula. *Interações*, 4, 64-107. Recuperado de <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/4724>.
- Reis, P., & Galvão, C. (2005). Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(2), 131-160. Recuperado de <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/4734>.
- Sadler, T. D. (2004). Moral sensivity and its contribution to the resolution of socioscientific issues. *Journal of Moral Education*, 33(3), 239-358.
- SED/MS (2012). Secretaria de Estado de Educação: *Referencial Curricular de Maro Grosso do Sul*. Campo Grande/MS. Recuperado de http://www.sed.ms.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/curriculo_ms_109.pdf.
- Universidade de São Paulo. (2016). Serviço de Referência. *Os fatos sobre a fosfoetanolamina*. Recuperado de <http://www5.usp.br/99485/usp-divulga-comunicado-sobre-a-substancia-fosfoetanolamina/>.
- Veronez, L. (2012). *Atividade da Fosfoetanolamina sintética em melanoma murinho experimental*. (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17147/tde-15122012-123717/en.php>.
- Vigotski, L. S. (2001a). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo, SP: Martins fontes.
- Vigotski, L. S. (2001b). *Psicologia Pedagógica*. São Paulo, SP: Martins Fontes.
- Vigotski, L. S. (2007). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo, SP: Martins Fontes.
- Zeidler, D., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education: philosophical, psychological and pedagogical considerations In D. Zeidler (Org.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education (pp.7-38)*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Zeidler, D., Sadler, T., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Wiley InterScience*, 89(3), 357-377. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/sce.20048>.

Recebido em: 24.04.2020

Aceito em: 18.11.2020