

A Polêmica da Fosfoetanolamina no Ensino de Química: Articulações entre o Planejamento de Ensino e a Comunicação Científica

**Marcelo Giordan, Gabriel Saraiva Gomes, Isabela Lima Aufran Dourado e
João Gabriel Farias Romeu**

Uma das principais preocupações concernentes ao ensino de Química é que os alunos compreendam seus processos e produtos bem como as formas de comunicação utilizadas para divulgá-los à população. Assim, compreender e problematizar o papel dos meios de comunicação quando do estudo de temas sociocientíficos é uma atividade que pode ser considerada na estruturação de planos de ensino. O presente artigo toma a polêmica da liberação da fosfoetanolamina para tratamento do câncer no Brasil no ano de 2016 como tema de interface entre interesses científicos e sociais para suscitar discussões sobre como aspectos da comunicação científica podem ser articulados ao planejamento de ensino de forma a contemplar os objetivos de problematizá-la e a fomentar o pensamento crítico em sala de aula.

► fosfoetanolamina, comunicação científica, planejamento de ensino ◀

Recebido em 12/12/2018, aceito em 14/04/2019

327

A Abordagem Sociocientífica no Planejamento de Ensino

Um dos objetivos para o ensino de Ciências é a compreensão de sua natureza e de seus meios de divulgação. Assim, além da ação docente para a efetivação e implementação de tal objetivo, torna-se esse também objeto de pesquisa e tema para a formação inicial e continuada de professores. Uma possível forma de aliar a pesquisa em educação científica aos processos formativos é o estudo do planejamento de ensino e sua organização. Assumindo-se que, ao longo de sua formação, os docentes aprendem a unir a capacidade de pesquisa à capacidade de organizar o ensino, podemos afirmar que esse elemento articulador se constitui como importante ferramenta de aprimoramento e reflexão da ação docente (Guimarães e Giordan, 2011).

A partir dessa proposição é necessário pensar em modelos de planejamento de ensino nos quais seja possível inserir a dimensão discursiva da produção científica de

Uma possível forma de aliar a pesquisa em educação científica aos processos formativos é o estudo do planejamento de ensino e sua organização.

modo a considerar a compreensão e problematização sobre seus meios de divulgação. Giordan (2013) propõe, então, o Modelo Topológico de Ensino (MTE) como um modelo de organização do ensino pautado em três eixos estruturantes: atividade, conceito e tema sociocientífico. Por esse modelo,

as atividades de ensino são tomadas como unidades estruturadoras do planejamento nas quais os estudantes operam com os conceitos como ferramentas culturais de mediação a fim de compreender um tema sociocientífico, a partir

do qual se constrói uma problemática capaz de articulá-las. Nelas, são desenvolvidos os conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais relacionados à compreensão do tema e à proposição de soluções para o problema construído pelo professor. Nesse sentido, a divulgação científica ocupa lugar de destaque na elaboração dos planos de ensino, exatamente por contribuir para a elaboração de um problema circunstanciado ao tema sociocientífico. Dessa forma, podemos afirmar que levar temas sociocientíficos para a sala de aula permite satisfazer as condições de organização de ensino por meio de diversas atividades propostas com base no MTE, bem como incorporar às aulas os objetivos de problematização da natureza da Ciência e suas formas de comunicação.

A seção "Química e Sociedade" apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

Pérez e Carvalho (2012, p. 729) caracterizam os temas sociocientíficos como aqueles que “abrangem controvérsias sobre assuntos que estão relacionados com conhecimentos científicos da atualidade e que, portanto, em termos gerais, são abordados nos meios de comunicação de massa (rádio, TV, jornal e internet)”. Ratcliffe e Grace (2003) acrescentam a essa definição o fato de que é justamente a veiculação de tais questões na mídia direcionada à grande população que faz com que estas questões adquiram o seu caráter controverso, visto que se trata, na maioria das vezes, de aspectos cujo desenvolvimento se encontra incompleto. Assim, a falta de informações e evidências concretas sobre o tema leva à divisão de opiniões pelo público leigo.

Uma controvérsia de grande relevância no ano de 2016 e que dividiu a sociedade foi a liberação da fosfoetanolamina, princípio ativo da denominada “Pílula do Câncer”, para a utilização pela população acometida pela doença, sem o devido aval do órgão responsável pela regulamentação e aprovação da distribuição de medicamentos no Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). O aspecto controverso da utilização da fosfoetanolamina se deu, então, pela ampla divulgação, tanto nas redes sociais quanto nos meios de comunicação, de relatos de pacientes que fizeram uso da droga. Portanto, utilizar esse caso como proposta de ensino para discutir as características da comunicação científica em sala de aula é de grande valia para a educação científica dos futuros cidadãos.

O presente artigo tem por objetivo geral apresentar e discutir como a polêmica da fosfoetanolamina pode ser levada à sala de aula como tema sociocientífico, a partir de um processo sistematizado de planejamento de ensino, no intuito de suscitar discussões acerca do funcionamento da Ciência e da sua relação com interesses políticos, sociais e econômicos. Especificamente, almejamos discutir como diferentes meios de comunicação (revistas, textos de divulgação científica, artigos de periódicos científicos) podem ser inseridos em sequências didáticas para que os alunos reconheçam as diferenças entre eles, em termos de gêneros textuais, audiência e profundidade na abordagem do tema, e desenvolvam critérios para reconhecer e selecionar os veículos de comunicação adequados ao consumo crítico de informação. Para tanto, inicialmente, apresentaremos a polêmica da fosfoetanolamina e posteriormente a sequência didática (SD) intitulada “A Pílula do Câncer Desmitificada: Entre a Mídia e a Ciência”, desenvolvida segundo os pressupostos teóricos do MTE e aplicada por um grupo de estudantes do curso de Licenciatura em Química da Universidade de São Paulo na disciplina de Metodologia de Ensino de Química ao longo do ano letivo de 2016, com foco nos aspectos de comunicação científica e de

construção de planos de ensino articulados por problemas sociocientíficos.

A Polêmica da Fosfoetanolamina

A cura do câncer é um dos grandes desafios da medicina atual: estimativas do Instituto Nacional do Câncer apontavam que a doença afetaria aproximadamente 600 mil brasileiros para o biênio 2016-2017 (Instituto Nacional do Câncer, 2015). Infelizmente, perspectivas para cura definitiva da doença ainda não são um tema resolvido e completamente desenvolvido pela comunidade médica. O anseio por uma alternativa rápida e eficiente de cura para pacientes oncológicos é, então, amplamente compartilhado por pessoas acometidas pela doença, familiares e pelos próprios médicos. Assim, a promessa de cura oferecida pelo uso de novas substâncias ganha destaque quando um novo candidato a droga anti-câncer é desenvolvido. Em nosso país, tal aspecto pôde ser presenciado, sobretudo, no ano de 2016, quando a veiculação de notícias sobre a suposta eficácia da fosfoetanolamina como trata-

mento para o câncer tomou conta de diferentes meios de comunicação.

A fosfoetanolamina é uma substância orgânica produzida por mamíferos de forma natural e presente como metabólito no organismo, sendo que estudos canadenses realizados já na década de 1930 mostraram que a substância foi isolada pela primeira vez de tumores malignos bovinos (Outhouse, 1936). No âmbito nacional, ao realizar experimentos sobre complexação de íons metálicos, o professor Gilberto Chierice, do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (IQSC/USP), teve sua atenção tomada pelos estudos que ligavam a substância ao câncer e, na década de 1990, passou a sintetizá-la em seu laboratório. Em 1995, Chierice efetivou um convênio com o Hospital Amaral Carvalho (Jaú, SP), onde distribuía pílulas com a substância para pacientes oncológicos sem o devido aval de um órgão regulatório. Em sua defesa, Chierice afirma que o acordo com o hospital foi firmado antes da criação da Anvisa. O hospital nega qualquer convênio supostamente firmado com o laboratório do químico (Pivetta, 2016).

Chierice e seu grupo passaram a produzir e a distribuir as cápsulas de forma autônoma quando o suposto convênio com o hospital foi descontinuado. O grupo do professor afirma que chegou a produzir cerca de 40 mil cápsulas, suficientes para 800 pessoas, com as quais uma melhora significativa supostamente havia sido notada. Estudos realizados pelo Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (IQ/Unicamp) comprovaram que as cápsulas distribuídas tinham apenas 32,2% de fosfoetanolamina, sendo o resto de sua composição fosfatos diversos, monoetanolamina, água e

O presente artigo tem por objetivo geral apresentar e discutir como a polêmica da fosfoetanolamina pode ser levada à sala de aula como tema sociocientífico, a partir de um processo sistematizado de planejamento de ensino, no intuito de suscitar discussões acerca do funcionamento da Ciência e da sua relação com interesses políticos, sociais e econômicos.

outros minerais em menor quantidade (Pivetta, 2016).

Em dezembro de 2013, o professor Chierice aposentou-se compulsoriamente da USP por ter completado 70 anos de idade. Nos anos seguintes, a universidade proibiu a disponibilização de medicamentos sem o aval da Anvisa, mas pacientes com câncer buscaram liminares na justiça para continuar a receber as cápsulas. Em março de 2016, a Câmara dos Deputados aprovou um projeto de Lei que permitia a produção, importação, distribuição e prescrição da fosfoetanolamina sintética. Em maio do mesmo ano, o Supremo Tribunal Federal votou pela extinção desta lei sob os seguintes argumentos: não havia testes suficientes que provassem que a substância era segura e eficaz; além disso, o Congresso invadira a competência da Anvisa (Universidade de São Paulo, 2016).

Com relação à sua ação antitumoral, sugere-se que a fosfoetanolamina atua no organismo como um marcador de células defeituosas, induzindo sua apoptose, isto é, a morte celular programada (Ferreira *et al.*, 2013), tratando-se, portanto, de uma terapia alternativa à quimio e radioterapias convencionais. Apesar de não terem surgido indícios negativos de uma possível toxicidade, nenhum efeito sobre as células tumorais foi provado. Discute-se ainda a possibilidade de se utilizar a fosfoetanolamina sintética sob uso compassivo, isto é, a utilização, por pacientes que já esgotaram as possibilidades da medicina, de um medicamento cuja eficácia e segurança não foram comprovadas por testes clínicos. Nos Estados Unidos, 85% dos pacientes oncológicos fazem, por exemplo, uso de alguma terapia alternativa por conta própria.

A Fosfoetanolamina na Sala de Aula

A polêmica da fosfoetanolamina, quando vista sob viés científico, pode ser trabalhada em sala de aula de diversas formas, como será discutido. Com o objetivo de fomentar o senso crítico dos alunos, o tema permite trabalhar conteúdos químicos gerais (como química orgânica e ligações intermoleculares), e possibilita um estudo sobre diferentes formas de comunicação científica, já que informações sobre o assunto são constantemente veiculadas na mídia, por revistas de divulgação e também por revistas da comunidade científica. Assim, o assunto pode ser encarado como forma eficiente de engajar os alunos em atividades estruturadas de ensino a partir de um problema de natureza científica e de alto interesse social e econômico.

Moreira e Pedrancini (2017) utilizaram a polêmica para avaliar o conhecimento prévio com relação à problemática, em uma turma do oitavo ano do Ensino Fundamental de uma escola pública localizada no Mato Grosso do Sul, bem como estudar a quais meios de divulgação os alunos recorrem para

se informar. As autoras verificaram que trazer à tona questões sociocientíficas pode ser um excelente elemento balizador do ensino no sentido de promover uma melhor formação científica e tecnológica dos alunos. Além disso, destacam o papel do professor como problematizador das informações que chegam aos alunos pelos meios de comunicação.

Conceição e Faro (2017) apresentaram um estudo realizado acerca de uma sequência de ensino aplicada a alunos das segunda e terceira séries do Ensino Médio em uma escola pública de Sergipe, cujas aulas estavam organizadas em torno da polêmica. Foram propostas aos alunos atividades de leitura e discussão de textos, além de exibição de vídeos para discussão sobre o tema. Para tanto, além da sequência de aulas, atividades de pesquisa e análise SWOT¹ foram empregadas para avaliar o desenvolvimento dos alunos com relação ao tema. As autoras concluíram que a proposta de ensino foi eficiente em termos de desenvolvimento de habilidades de argumentação, pesquisa e resolução de problemas, e sugerem o trabalho com a Química farmacêutica como forma de relacionar a polêmica com a Química escolar.

Na esfera do Ensino Superior, Pitanga, Santos e Ferreira (2017) utilizaram a problemática como proposição de um estudo de caso para alunos de pós-graduação de um curso de especialização *lato sensu* em Educação Química. O estudo foi realizado com base na produção de textos dissertativos e o instrumento de análise SWOT, bem como na leitura e discussão de textos sobre a polêmica. Os autores verificaram que os alunos não tinham conhecimento completo sobre o tema, nem da metodologia de estudo de caso como estratégia de ensino, e concluíram que o desenvolvimento da proposta ocasionou melhoria na argumentação dos estudantes.

Verifica-se que a polêmica em torno do tema da Pílula do Câncer ganhou repercussão nas salas de aula a partir de metodologias alheias à didática geral e específica das ciências, entre as quais o professor é alçado à condição de problematizador. No entanto, carecem de aprofundamento,

nos trabalhos citados, aspectos sobre o planejamento de ensino, em particular sobre como os meios de comunicação de massa e da comunidade científica podem ser criteriosamente mobilizados para promover a articulação entre os conteúdos químicos e, por exemplo, as competências de leitura e produção de texto. Na direção de suprir tais lacunas, apresentamos a seguir uma visão geral sobre uma sequência didática (SD), cujos

princípios de desenvolvimento se amparam na problematização de temas sociocientíficos.

A Fosfoetanolamina no Planejamento de Ensino

A SD, planejada de acordo com os pressupostos teóricos do MTE apresentados anteriormente, está estruturada em

Com o objetivo de fomentar o senso crítico dos alunos, o tema permite trabalhar conteúdos químicos gerais (como química orgânica e ligações intermoleculares), e possibilita um estudo sobre diferentes formas de comunicação científica, já que informações sobre o assunto são constantemente veiculadas na mídia, por revistas de divulgação e também por revistas da comunidade científica.

7 aulas na forma de um minicurso, cuja aplicação foi dividida em duas tardes. O plano aborda, além dos conteúdos conceituais de Química e da polêmica da fosfoetanolamina, atividades que lançam mão de *softwares* de simulação da estrutura de compostos químicos, experimentos didáticos sobre separação de misturas, aspectos das representações semióticas utilizadas pelos químicos e pelos meios de divulgação e comunicação científica².

Com o objetivo geral de fomentar o senso crítico dos estudantes, de modo a desenvolver sua capacidade de julgamento e posicionamento crítico em relação a um tema sociocientífico, a SD se inicia com a construção do problema a partir de um breve esclarecimento sobre a polêmica da “Pílula do Câncer” e seu confronto com as ideias prévias dos estudantes acerca da doença e da própria polêmica. Em seguida, desenvolve-se uma exposição oral sobre a origem da doença, formas de tratamento e explicações dos conceitos importantes a serem vistos antes de um aprofundamento na temática, a saber, a origem bioquímica do câncer e suas formas de tratamento, noções básicas de Química Orgânica e as diferentes formas de representação estrutural química. Em sequência, é realizado um experimento didático de purificação de substâncias, simulando, ainda que de maneira simplificada, algumas etapas que ocorrem dentro de um laboratório de pesquisa farmacêutica para, na atividade seguinte, apresentar o processo de regulamentação envolvido na produção, aprovação e comercialização de um novo medicamento no Brasil e nos Estados Unidos, no intuito de avaliar as diferenças nas legislações de ambos os países. Em cada uma das atividades, a problematização inicial é retomada por meio de referência direta ou indireta à polêmica interna à ciência e sobre as razões para seguir um protocolo para produção do fármaco.

As três últimas aulas da sequência didática, que serão o foco deste artigo e estarão mais bem detalhadas posteriormente, referem-se aos aspectos da comunicação científica relativos ao tema. A sexta aula apresenta brevemente o caso e mostra os diversos modos como este foi divulgado na mídia, com foco na comparação dos diferentes formatos usados pelos meios de comunicação e nos impactos que cada um deles tem na veiculação de um assunto científico. Feito isso, na sétima aula detalha-se a polêmica sobre a liberação da “Pílula do Câncer”, a regulamentação e a comercialização de novos medicamentos, retomando os assuntos abordados anteriormente e utilizando outros materiais disponibilizados na mídia. Por fim, a SD se encerra com um debate que levanta a opinião dos alunos acerca do caso e da seleção das fontes de informação quando eles se deparam com um tema sociocientífico, retomando os conteúdos vistos ao longo da sequência, de modo a relacionar a formação de opiniões com fontes confiáveis e leitura crítica dos meios de divulgação científica. É importante destacar, em termos da perspectiva do MTE, que o problema é referido direta ou indiretamente

em cada atividade – neste caso, de modo a destacar a polêmica gerada pelos meios de comunicação em massa.

A Fosfoetanolamina e a Divulgação Científica

A primeira aula que aborda com mais profundidade as questões relativas à divulgação científica está estruturada em quatro atividades. Inicialmente, apresentam-se brevemente os gêneros de divulgação científica, contextualizando-os historicamente no Brasil, desde as origens do chamado “jornalismo científico”, entre as décadas de 1970 e 1980, até os dias atuais (Bueno, 2009). Nessa etapa, o objetivo principal não é apenas fornecer um panorama da história desses gêneros, mas também explicitar as diferenças entre a linguagem científica e a linguagem midiática, o grau de profundidade dos conteúdos abordados em artigos científicos e em revistas de divulgação científica, e a forma como ambos utilizam as ilustrações para um melhor entendimento dos assuntos.

A atividade seguinte tem como propósito comparar três meios de comunicação da Ciência: uma dissertação de mestrado (Veronez, 2012), uma revista de divulgação científica (Pivetta, 2016) e uma revista de ampla circulação (Cuminal, 2016), todas abordando o tema da fosfoetanolamina. Em um primeiro momento, utilizam-se duas ilustrações: uma extraída da dissertação, que contém três gráficos relacionando os efeitos da fosfoetanolamina comercial na viabilidade de células de melano-

ma murino, e outra extraída de uma revista endereçada ao público geral, a qual mostra as etapas de desenvolvimento de um medicamento até que sua comercialização seja aprovada. Em seguida, dois excertos que comentam sobre o pesquisador Gilberto Chierice são comparados: um proveniente da mesma revista para o público geral, e outro de uma revista de divulgação científica endereçada a um público mais restrito. O objetivo nesses dois momentos é apresentar aos alunos o que foi tratado anteriormente acerca das diferenças no uso da linguagem e no uso das ilustrações em cada um dos casos, conforme a audiência presumida de cada veículo de informação, além de mostrar quais tipos de informação e de que forma cada uma das revistas endereça a informação aos destinatários.

A terceira atividade segue o mesmo caráter da atividade anterior; porém, enquanto a segunda transcorre apenas oralmente, esta envolve a construção de uma tabela comparativa entre uma dissertação de mestrado, uma revista de divulgação científica e uma revista de grande circulação. Todas abordam o mecanismo de ação da fosfoetanolamina no organismo, mas de diferentes formas, de modo que os alunos devem registrar na tabela as características da linguagem, as características dos conteúdos apresentados e os objetivos, relacionados à audiência de cada excerto extraído. O propósito de comparar os veículos de divulgação em diferentes aspectos continua o mesmo; porém, além de fornecer mais exemplos

As três últimas aulas da sequência didática, que serão o foco deste artigo e estarão mais bem detalhadas posteriormente, referem-se aos aspectos da comunicação científica relativos ao tema.

aos alunos, aqui o trabalho realizado por eles é mais minucioso e passa por uma etapa individual, em que cada aluno realiza a própria análise dos fragmentos apresentados, e por uma etapa coletiva, em que o professor levanta as respostas e as sistematiza na lousa, construindo uma nova tabela. Para tanto, tomou-se o cuidado de selecionar trechos de fontes distintas, mas que abordassem o mesmo assunto de maneiras diferentes, de modo a facilitar a comparação e a indicar as diferenças observadas entre eles.

Para finalizar essa aula, a última atividade propõe uma reflexão sobre os impactos dos textos científicos, baseada no que foi abordado em momentos anteriores. Nela, levanta-se se foi possível para os alunos perceberem como diferentes gêneros podem transmitir informações semelhantes de formas distintas, ou mesmo modificar a forma

como se transmite a mesma informação para adaptar certo conteúdo a uma audiência diferente. Outras reflexões referem-se a como as notícias veiculadas na mídia podem impactar um público que nunca teve contato com determinado conhecimento científico, e a o que poderia ser alterado pela mídia em uma notícia para torná-la mais interessante para sua audiência presumida. Por fim, uma questão atinente à natureza da linguagem científica é endereçada aos alunos, relacionando o fato de muitos textos científicos serem inacessíveis a um público leigo, por conta da linguagem técnica e do conteúdo avançado e complexo, à formação das visões de ciência da população. Tais perguntas foram endereçadas de modo a contemplar aspectos gerais sobre o papel dos veículos de comunicação científica (divulgação ao público geral e comunicação à comunidade científica) na produção do conhecimento científico e sobre a maneira como os alunos podem se informar acerca dos mesmos, conforme o objetivo geral da SD. Dado que a atividade tem como propósito a formação do pensamento crítico e a comparação das opiniões dos alunos, destaca-se que não há uma resposta correta para as questões endereçadas, o que é importante de ser levado em conta pelo professor ao conduzi-la.

De acordo com o planejamento das aulas apresentado acima, nota-se que uma grande preocupação na elaboração da SD foi aproximar o tema aos alunos utilizando mídias que os mesmos consomem. Justamente pelo fato de a divulgação de notícias sobre a fosfoetanolamina ter sido endereçada muitas vezes de forma sensacionalista e mistificadora, torna-se necessário para a formação do pensamento crítico discutir como diferentes meios de comunicação veicularam informações sobre o tema. Daí, entende-se que, a depender da origem da informação, a visão sobre um determinado assunto pode ser deveras afetada. Com a ideia de difundir o conhecimento científico, é um desafio constante adequar à audiência a linguagem empregada. Uma revista de grande público ou um jornal tendem a noticiar o tema de forma a

Justamente pelo fato de a divulgação de notícias sobre a fosfoetanolamina ter sido endereçada muitas vezes de forma sensacionalista e mistificadora, torna-se necessário para a formação do pensamento crítico discutir como diferentes meios de comunicação veicularam informações sobre o tema.

relatar informações, mostrar entrevistas, opiniões de especialistas, infográficos simplificados e imagens, com um vocabulário sem termos complexos.

Uma revista de divulgação científica, por sua vez, trata o tema com um viés mais científico, menos informativo, mas com muitos gráficos e tabelas explicativos; enquanto um artigo científico trabalha a questão de forma experimental e comprobatória, com alta densidade léxica e terminologia específica e complexa, com verbos que indicam ações e mostram os processos realizados. O grau de especificidade e profundidade do conteúdo abordado é, outrossim, substancialmente diferente entre esses meios de comunicação.

Na SD proposta, a comunicação científica foi explorada então nos três níveis: a informação para o público geral; a divulgação para o público interessado em temas

científicos; e a comunicação para a comunidade científica. No que tange à informação em jornais e revistas de grande público, por exemplo, encontram-se infográficos, trechos polêmicos e pequenos fragmentos informativos. Com relação à divulgação científica feita por uma revista especializada, são analisados e discutidos fragmentos. A opinião da comunidade científica também é discutida por meio de vídeos, fragmentos específicos de textos acadêmicos e outros. Dessa maneira, entende-se que as três formas de exposição do assunto são contempladas na SD.

Pelo fato de a polêmica da fosfoetanolamina se tratar de um tema que tem relação com o público geral e com a comunidade científica, muitas podem ser as formas de abordagem do assunto no que tange à sua divulgação. É de absoluta importância que o aluno, com o devido embasamento, possa se posicionar criticamente para escolher o tipo de mídia a ser consumido. A ideia não é, portanto, desvalorizar ou censurar meios não-científicos, mas fornecer aos alunos as ferramentas necessárias para que eles possam selecionar quando e com qual objetivo certas formas de divulgação do assunto devem ser priorizadas. A questão da divulgação científica pode, assim, claramente ser discutida comparando-se os diferentes meios de comunicação.

A Polêmica da Fosfoetanolamina e o que se Espera dos Alunos ao Final da Sequência Didática

As duas últimas aulas da SD abordam com detalhes a polêmica envolvendo a “Pílula do Câncer”, porém estão estruturadas de maneiras distintas: enquanto a penúltima busca trazer mais elementos de divulgação científica, com foco na problematização levantada no início da SD, a última propõe uma discussão com os alunos sobre os pontos pertinentes referentes à polêmica tratada, indicando eventuais mudanças de opiniões dos estudantes e o que aprenderam ao longo das aulas.

A penúltima aula tem como objetivos detalhar a questão da “Pílula do Câncer”, os aspectos da liberação, regulamentação e comercialização desse medicamento, dar continuidade às aulas anteriores, mostrando de que forma as informações sobre a fosfoetanolamina estão sendo divulgadas, bem como fomentar o senso crítico dos alunos, para que estes pensem sobre os tipos de mídia e com quais finalidades irão utilizá-las. Inicialmente, faz-se uma introdução sobre o histórico da substância, desde sua descoberta até o surgimento da polêmica apresentada e a situação em que se encontrava até meados de 2016 - época em que a SD foi elaborada. Ao longo da descrição, são apresentadas figuras extraídas de jornais de grande circulação que explicam o suposto mecanismo de ação da fosfoetanolamina no organismo e a composição química da “Pílula do Câncer”, finalizando com uma breve reportagem de uma revista de divulgação científica sobre uma possível manipulação de resultados por uma indústria farmacêutica. A aula se encerra com a apresentação de dois vídeos disponíveis na internet: o primeiro³ traz alguns esclarecimentos do oncologista Drauzio Varella sobre a fosfoetanolamina, enquanto o segundo⁴ é uma entrevista com o químico Gilberto Chierice sobre o uso dessa substância em pacientes com câncer. Dessa forma, a controvérsia de opiniões pode ser expressa a partir das vozes de especialistas.

A última aula reitera aos alunos um senso de responsabilidade social de todos os envolvidos na cultura científica, desde os alunos até os cientistas, promovendo o intercâmbio de ideias por meio de discussões e trazendo à tona de que forma os aspectos abordados na SD foram concebidos e trabalhados por eles. Em um primeiro momento, retoma-se com os alunos uma pergunta endereçada logo na primeira aula do minicurso. Este questionamento envolve o uso de um tratamento para uma grave doença que possui resultados promissores e rápidos, mas ainda não regulamentado pela Anvisa, em detrimento de um método eficaz e regulamentado, mas que necessita de um longo período de desenvolvimento. A ideia aqui é verificar se houve mudanças nas opiniões dos alunos após a realização das atividades e quais os motivos, caso tenham ocorrido. Em seguida, inicia-se a discussão e reflexão dos alunos sobre a confiabilidade de se expor a um tratamento sem aprovação pelos órgãos competentes, sobre os melhores veículos de comunicação a serem utilizados para se informar acerca do caso, a confiabilidade dos resultados da indústria farmacêutica e os profissionais envolvidos desde a criação de um candidato a medicamento até a disponibilização do fármaco, bem como outras questões que surgiram no decorrer da discussão. Por fim, finaliza-se a SD com a intenção de passar aos estudantes a mensagem de que eles devem desenvolver um senso crítico ao selecionarem, lerem

Na SD, os fundamentos para desenvolver o pensamento crítico estão evidenciados no problema sociocientífico. Intuitivamente, pode-se supor que a principal questão endereçada na SD seria a eficiência da fosfoetanolamina no tratamento do câncer. No entanto, esse aspecto não está completamente resolvido até mesmo no âmbito da própria comunidade científica, abstraindo-se ainda as relações entre ela e a indústria farmacêutica.

e analisarem as notícias veiculadas pelos diferentes meios de comunicação, não apenas em relação à polêmica da “Pílula do Câncer”, mas sobre qualquer outro assunto que exista ou que venha a surgir no futuro. Nesse sentido, a SD é finalizada destacando seu propósito inicial – construir e desenvolver uma problemática sociocientífica com ênfase no papel dos meios de comunicação – e indicando que ele pode ser transferido para compreender e se posicionar diante de outros problemas sociocientíficos.

Considerações Finais

A formação de professores tem seu alicerce no planejamento estruturado de ensino, a partir de teorias sólidas, dados objetivos do contexto escolar e de modelos que consolidem a relação teoria-prática. Nessa direção, apresentamos um processo de elaboração de SD a partir de um tema sociocientífico, cuja problematização articulou atividades de ensino sistematicamente planejadas e apoiadas em conceitos socioculturais como mediação, ferramenta cultural, propósito, contexto e continuidade, entre outros (Giordan, 2013).

Quando se destaca, então, a questão da problematização de um tema sociocientífico, a noção de contexto é de extrema importância para que seja possível criar um problema a partir do tema sociocientífico sobre o qual se construam as atividades que proporcionem sua compreensão e resolução. Esse aspecto é trazido à tona por Zeidler e Lewis (2003), que propõem que a melhor forma de se ensinar aos estudantes sobre questões éticas, políticas e sociais que perpassam os estudos científicos é criar, na sala de aula, um

ambiente que propicie o surgimento dessas questões. Assim, consideramos que a SD apresentada possui uma proposta cujas atividades fomentam a construção desse contexto.

Outro ponto de destaque, como discutem Jiménez-Aleixandre e Puig (2012), é o desenvolvimento do pensamento crítico juntamente dos conteúdos científicos. As autoras apontam que uma das características de uma pessoa crítica é sua capacidade de questionar discursos de autoridade. Portanto, examinando-se essa proposição na dimensão da educação científica, não se trata de fomentar o ceticismo em relação ao trabalho dos cientistas, mas sim de propiciar aos estudantes ferramentas de pensamento para avaliar a provisoriabilidade e contradições das inovações científicas, bem como indicar meios de informação confiáveis para construírem sua visão acerca da Ciência.

Na SD, os fundamentos para desenvolver o pensamento crítico estão evidenciados no problema sociocientífico. Intuitivamente, pode-se supor que a principal questão endereçada na SD seria a eficácia da fosfoetanolamina no tratamento do câncer. No entanto, esse aspecto não está

completamente resolvido até mesmo no âmbito da própria comunidade científica, abstraindo-se ainda as relações entre ela e a indústria farmacêutica. Dessa forma, sem o intuito de julgar as práticas dos cientistas envolvidos nas pesquisas sobre a substância, levantamos como questão desencadeadora da SD a maneira como a fosfoetanolamina foi mitificada nos meios de comunicação e como pesquisadores ligados à droga foram retratados, inserindo discussões que desvelassem aos alunos os aspectos das construções discursivas da comunicação científica.

Em síntese, muito além de aprender os conceitos científicos que auxiliam na compreensão do desenvolvimento e tratamento do câncer, ou os procedimentos experimentais necessários para a produção e aprovação de medicamentos, a proposta de ensino discutida ao longo do texto promove o desenvolvimento de uma visão problematizadora da Ciência, na qual é possível trazer à sala de aula os diversos aspectos que se relacionam à produção científica, como os interesses sociais, políticos e econômicos, o compromisso ético que deveria ser firmado entre cientistas e a sociedade, e, sobretudo, uma leitura crítica das notícias relacionadas à Ciência de forma a combater a alienação pelo sensacionalismo veiculado pelos interesses mercadológicos dos meios de comunicação em massa.

Notas

¹O termo SWOT é um acrônimo, em língua inglesa, para as palavras “Strengths” (Forças), “Weaknesses” (Fraquezas), “Opportunities” (Oportunidades) e “Threats” (Ameaças), e é descrito como uma metodologia de análise de investimentos

utilizada, sobretudo, por profissionais da área de Marketing para tomada de decisões sobre empreendimentos (Helms e Nixon, 2010).

²Maiores detalhamentos sobre a dinâmica das aulas podem ser encontrados na versão original da sequência didática e no material instrucional disponíveis em: (1) http://www.lapeq.fe.usp.br/minicurso/pdf/mc_2016_sd_fosfoetanolamina.pdf; (2) http://www.lapeq.fe.usp.br/minicurso/pdf/mc_2016_ma_fosfoetanolamina.pdf

³O vídeo “Esclarecimentos sobre a fosfoetanolamina” pode ser assistido na íntegra na página do Dr. Drauzio Varella no *site YouTube*, por meio do link: <https://youtu.be/o9dOi65pKMQ>.

⁴A entrevista com o Prof. Dr. Gilberto Chierice pode ser assistida na íntegra na página da emissora TV Cachoeira/ Rede Novo Tempo (Cachoeira do Sul, RS) na rede social *Facebook*, por meio do link: <https://www.facebook.com/tvcachoeira/videos/pol%C3%AAmica-da-fosfoetanolamina-subst%C3%A2ncia-que-poderia-curar-o-c%C3%A2ncer-veja-entrevista/1066212426742671/>. Durante a avaliação do presente artigo, o referido professor faleceu em função de infarto no miocárdio.

Marcelo Giordan (giordan@usp.br), bacharel, mestre e doutor em Química, é livre docente e professor titular da Faculdade de Educação da USP. São Paulo, SP – BR.

Gabriel Saraiva Gomes (gabriel.saraiva.gomes@usp.br), bacharel e licenciado em Química pelo Instituto de Química, é mestrando na Faculdade de Educação da USP. São Paulo, SP – BR. **Isabela L. A. Dourado** (isabela.dourado@usp.br), bacharel e licenciada em Química pelo Instituto de Química, é doutoranda no Instituto de Química da USP. São Paulo, SP – BR. **João G. F. Romeu** (joao.romeu@usp.br), bacharel e licenciado em Química pelo Instituto de Química, é doutorando no Instituto de Química da USP. São Paulo, SP – BR.

Referências

BUENO, W. C. Jornalismo científico no Brasil: os desafios de uma trajetória. In: PORTO, C. M. (org). *Difusão e cultura científica: alguns recortes*. Salvador: EDUFBA, p. 113-125, 2009.

CONCEIÇÃO, E. B. O. e FARO, A. A. S. A fosfoetanolamina: estudo de caso em uma escola estadual do Estado de Sergipe e o ensino de ciências, tecnologia, sociedade e ambiente. *Reveq: Revista Vivências em Educação Química*, v. 3, n. 1, p. 89-99, 2017.

CUMINALE, N. Pílula do barulho. *Veja*, ed. 2479, p. 77-83, 2016.

FERREIRA, A. K.; FREITAS, V. M.; LEVY, D.; RUIZ, J. L. M.; BYDŁOWSKY, S. P.; RICI, R. E. G.; RIBEIRO FILHO, O. M.; CHIERICE, G. O. e MARIA, D. A. Anti-angiogenic and anti-metastatic activity of synthetic phosphoethanolamine. *PLoS ONE*, v. 8, n. 3, p. 1-14, 2013.

GIORDAN, M. *Computadores e Linguagens nas Aulas de Ciências*. 2ª ed. Ijuí: Unijuí, 2013.

GUIMARÃES, Y. A. F. e GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso à distância de formação continuada de professores. *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Campinas (SP), 2011.

HELMS, M. M. e NIXON, J. Exploring SWOT analysis –

where are we now? A review of academic research from the last decade. *Journal of Strategy and Management*, v. 3, n. 3, p. 215-251, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES (INCA). Ministério da Saúde. BRASIL. In: Agência de Notícias. Novembro, 2016. Disponível em http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/agencianoticias/site/home/noticias/2015/inca_estima_quase_600_mil_casos_novos_de_cancer_em_2016, acessada em novembro 2017.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. e PUIG, B. Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K. e McROBBIE, C. J. (eds). *Second international handbook of Science Education*. Berlin: Springer Science+Business Media, p. 1001-105, 2012.

LABORATÓRIO DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA E TECNOLOGIAS EDUCATIVAS (LAPEQ). *A pílula do Câncer Desmitificada: entre a Mídia e a Ciência*. Mini-curso de Metodologia de Ensino de Química. 2016. Disponível em www.lapeq.fe.usp.br/minicurso, acessada em dezembro 2018.

MOREIRA, C. S. e PEDRANCINI, V. D. Concepções iniciais dos alunos do oitavo ano do Ensino Fundamental sobre a fosfoetanolamina. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, v. 10, n. 1, p. 31-42, 2017.

OUTHOUSE, E. L. XXX. Amino-ethyl phosphoric ester from tumours. *Biochemical Journal*, v. 30, n. 2, p. 197-201, 1936.

PÉREZ, L. F. M. e CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de Ciências. *Educação e Pesquisa*, v. 38, n. 3, p. 727-741, 2012.

PITANGA, A. F.; SANTOS, L. D. e FERREIRA, W. M. A fosfoetanolamina: uma proposta de estudo de caso na formação de professores. *Enseñanza de las Ciencias*, n. extraordinário, p. 4703-4708, 2017.

PIVETTA, M. A prova final da fosfoetanolamina. *Pesquisa FAPESP*, ed. 243, p. 17-23, 2016.

RATCLIFFE, M. e GRACE, M. *Science Education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. Philadelphia: Open University Press, 2003.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Sala de Imprensa. Disponível em <http://www.usp.br/imprensa/?p=56566>, acessada em novembro 2017.

VERONEZ, L. C. Atividade da fosfoetanolamina sintética em melanoma murino experimental. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, 2012.

ZEIDLER, D. L. e LEWIS, J. Unifying themes in moral reasoning on socioscientific issues and discourse. In: ZEIDLER, D. L. (ed). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 289-306, 2003.

Abstract: *The Phosphoethanolamine in Chemistry Teaching: articulations between teaching planning and science communication.* One of the main concerns regarding Chemistry teaching is that students should understand its processes and products as well as the forms of communication used to disseminate them to the population. Thus, understanding and questioning the role of the media in the study of socioscientific issues are purposes that could be sought in the structuring of teaching plans. This article is based on the controversy about the release of phosphoethanolamine for the treatment of cancer in Brazil in 2016 as an interface between scientific and social interests to elicit discussions about how aspects of scientific communication can be articulated to teaching planning in order to contemplate the goal of problematizing the link between scientific communication and critical thinking in the classroom.

Keywords: Phosphoethanolamine, science communication, teaching planning.