

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DE UMA PERSPECTIVA CRÍTICA E PROBLEMATIZADORA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

SCIENTIFIC EDUCATION THROUGH A CRITICAL AND PROBLEMATIZING PERSPECTIVE TO INITIAL TEACHER TRAINING

Laís Goyos Pieroni
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (Seduc)
laisgpieroni@gmail.com

Maria Cristina de Senzi Zancul
Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara (FCLAr), UNESP, Campus Araraquara
mc.zancul@unesp.br

Resumo

Neste trabalho são apresentadas atividades desenvolvidas com professores em formação, focalizando o ensino de Ciências na Educação Infantil e nas séries iniciais do Ensino Fundamental. A disciplina “Educação Científica” faz parte do rol de optativas do curso de Pedagogia de uma universidade pública paulista e a experiência aqui relatada se refere ao primeiro semestre de 2016 e 2017. Pautado em uma perspectiva freireana de educação, o trabalho teve, como objetivo, apresentar a educação científica como um dos componentes da educação básica e destacar seu papel na formação do aluno, desenvolvendo procedimentos relacionados à prática da atividade científica. Buscou, ainda, discutir as potencialidades formadoras de espaços como museus e centros de ciências. Os resultados obtidos durante o processo, bem como as discussões e problematizações vivenciadas, indicam a relevância de uma formação de professores para os anos iniciais que contemple a abordagem de temas e questões referentes ao conhecimento científico e seu papel na sociedade contemporânea.

Palavras-chave: CTS; ensino de Ciências; Paulo Freire.

Abstract

This paper presents activities developed with teachers in training focusing on the teaching of science in early childhood education and in the first grades of elementary school. The course “Scientific Education” is part of the list of options for the Pedagogy course of a public university in São Paulo and the experience reported here refers to the first semester of 2016 and 2017. Based on a Paulo Freire's perspective of education, the experience aimed to present science education as one of the components of basic education and highlight its role in student education, developing procedures related to the practice of scientific activity. It also sought to discuss the formative potentialities of spaces such as museums and science centers. The results obtained during the process, as well as the discussions and problematizations experienced, indicate the relevance of a

teacher education for the early years of elementary school that addresses the themes and issues related to scientific knowledge and their role in our society.

Key words: Paulo Freire; Science teaching; STS.

Introdução

O ensino de Ciências tem um papel relevante na formação de professores de Educação Infantil e dos anos iniciais do Ensino Fundamental, pois pode favorecer que os conteúdos científicos estejam presentes, de forma mais efetiva, desde o início da escolarização. Um professor, com uma boa formação na área científica, tem maiores possibilidades de desenvolver, com seus alunos, conteúdos e procedimentos que fomentem o gosto pelos temas de ciências e a manutenção do interesse que, desde cedo, demonstram por tais temas.

Entende-se que uma boa formação científica deve ser pautada em uma perspectiva crítica, que leve em conta as múltiplas relações existentes entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Nesse sentido, é importante o incentivo a reflexões sobre diferentes tipos de problemas presentes em nosso cotidiano, considerando-se as dimensões sociais, políticas e éticas que fazem parte de qualquer tomada de decisão por parte do cidadão, conforme defendem Santos e Mortimer (2001, 2002, 2009), García Palacios e colaboradores (2003), entre outros. Além disso, deve-se considerar, como também apontam Santos e Mortimer (2009), que a problematização de conteúdos relativos aos aspectos socio científicos (ASC) contribuem para uma reflexão constante sobre o papel social da ciência. Os autores destacam, ainda, “[...] a necessidade da abordagem de ASC no sentido de (re)significação da função social do ensino de ciências, com o objetivo de desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística, como a proposta por Paulo Freire” (SANTOS; MORTIMER, 2009, p. 192). Além disso, a inserção de questões que envolvem C&T, no ensino de Ciências, orienta para a promoção da cidadania, com vistas ao desenvolvimento dos sujeitos enquanto cidadãos ativos, consumidores e usuários responsáveis da tecnologia existente (VIECHENESKI; CARLETTO, 2013).

No entanto, sabe-se que o conhecimento da população sobre conteúdos científicos é, em geral, muito limitado. A quarta e mais recente edição da pesquisa sobre percepção pública da ciência e tecnologia no Brasil, desenvolvida pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e

Inovação (MCTI), aponta que 40% da população brasileira considera-se pouco ou nada informada sobre ciência e tecnologia (BRASIL, 2015). Os resultados desta pesquisa revelam, ainda, que mais da metade dos brasileiros quase nunca acessa informações sobre temas científicos na internet (51%) e não lê sobre eles em revistas e jornais impressos (60%) ou em livros (70%) (BRASIL, 2015). Estudos como esse, demonstram que, apesar da importância do conhecimento científico e tecnológico, ele ainda é restrito a uma parcela pequena da população.

Diante desse cenário, é importante que ocorram iniciativas que propiciem uma mudança do quadro que se apresenta. As crianças, movidas pela curiosidade e pelo entusiasmo com relação a conhecimentos relacionados à ciência e à tecnologia, devem ser encorajadas a buscar respostas, levantar hipóteses e fazer explorações para descobrir o mundo a sua volta. É necessário que se agreguem os conhecimentos prévios dos alunos nas atividades, que se reconheça o caráter social da construção do fazer científico e que haja uma aproximação do ensino e aprendizagem em Ciências com este processo. Por isso, incentivar uma educação científica de qualidade, desde os primeiros anos da escolarização, contribui para um aprendizado prazeroso e com significado (CACHAPUZ *et al.*, 2004; TRIVELATO; SILVA, 2014; ZANCUL, 2007).

Os documentos oficiais têm destacado a importância da educação científica para a formação de crianças e jovens, no mundo contemporâneo. No que se refere às diretrizes curriculares para Ciências Naturais no primeiro e segundo ciclos do ensino fundamental (1º ao 5º anos), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997, p. 15)¹ apontam que o ensino de Ciências no nível fundamental tem como finalidade apresentar a Ciência “[...] como um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo”. De acordo com o documento,

A apropriação de seus conceitos e procedimentos pode contribuir para o questionamento do que se vê e ouve, para a ampliação das explicações acerca dos fenômenos da natureza, para a compreensão e valoração dos modos de intervir na natureza e de utilizar seus recursos, para a compreensão dos recursos tecnológicos que realizam essas mediações, para a reflexão sobre questões éticas implícitas nas relações entre Ciência, Sociedade e Tecnologia (BRASIL, 1997, p. 21-22).

¹Durante o período da experiência aqui relatada, os Parâmetros Curriculares Nacionais eram o documento vigente. Por isso, consideramos a análise de tal documento juntamente com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

É nesta etapa do ensino fundamental que as crianças têm seu primeiro contato com o currículo de Ciências Naturais, mas chegam à escola com um vasto repertório de representações e explicações da realidade, já que são curiosas e questionadoras. Por isso, deve-se trabalhar com atividades que explorem a observação, a experimentação, a aprendizagem de conceitos, procedimentos e valores (BRASIL, 1997). Para a primeira etapa do ensino fundamental, os conteúdos de Ciências Naturais estão divididos, nos PCN, em três blocos temáticos: Ambiente; Ser humano e saúde; Recursos Tecnológicos. O documento também preconiza uma “intervenção problematizadora” (BRASIL, 1997, p. 77) ao trabalhar conteúdos de Ciências nos anos iniciais, com o objetivo de apresentar às crianças um problema a ser resolvido e promover uma mudança conceitual.

Recentemente foi lançada, pelo Ministério da Educação (MEC), a aguardada Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental, apresentada como um “[...] documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (BRASIL, 2017, p. 7). A BNCC tem, como objetivo, orientar os currículos e as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Básica de todo o Brasil (BRASIL, 2017).

Para a Educação Infantil, a BNCC considera que “[...] as aprendizagens e o desenvolvimento das crianças têm como eixos estruturantes as interações e a brincadeira, assegurando-lhes os direitos de *conviver, brincar, participar, explorar, expressar-se e conhecer-se*” e, por isso, estrutura os objetivos de aprendizagem e desenvolvimento em cinco campos de experiências: O eu, o outro e o nós; Corpo, gestos e movimentos; Traços, sons, cores e formas; Escuta, fala, pensamento e imaginação; Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações (BRASIL, 2017, p. 38, grifo do autor). Os conteúdos de Ciências Naturais concentram-se no campo de experiência Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações, no qual as observações de fenômenos naturais (mundo físico) e socioculturais (mundo sociocultural) contribuem para experiências em diferentes áreas do conhecimento (BRASIL, 2017). O documento afirma que

A Educação Infantil precisa promover experiências nas quais as crianças possam fazer observações, manipular objetos, investigar e explorar seu entorno, levantar hipóteses e consultar fontes de informação para buscar respostas às suas curiosidades e indagações. Assim, a instituição escolar está criando oportunidades para que as crianças ampliem seus conhecimentos do mundo físico e sociocultural e possam utilizá-los em seu cotidiano (BRASIL, 2017, p. 41).

No que diz respeito a Ciências no ensino fundamental, o documento apresentado pelo MEC incorpora alguns elementos já recomendados pelos PCN. De acordo com a proposta para o Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza deve ter:

Um compromisso com o desenvolvimento do **letramento científico**, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania. Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de **conhecimentos científicos** produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais **processos, práticas e procedimentos da investigação científica** (BRASIL, 2017, p. 319, grifos originais da obra).

Diferentemente do preconizado nos PCN, na BNCC as aprendizagens essenciais para o componente Ciências estão organizadas em três unidades temáticas, distribuídas ao longo de todo o ensino fundamental. São elas: Matéria e Energia; Vida e Evolução; Terra e Universo. No Quadro 1 apresenta-se uma síntese dos conteúdos e aprendizagens contempladas em cada unidade temática.

Quadro 1: Conteúdos e aprendizagens contempladas nas unidades temáticas da área de Ciências da Natureza da BNCC. (Fonte: Adaptado de BNCC - BRASIL, 2017, p. 323-326)

Unidade temática	Conteúdos e aprendizagens
Matéria e Energia	Estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia.
Vida e Evolução	Estudo de questões relacionadas aos seres vivos (incluindo os seres humanos), suas características e necessidades, e a vida como fenômeno natural e social, os elementos essenciais à sua manutenção e à compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta. Estudam-se características dos ecossistemas destacando-se as interações dos seres vivos com outros seres vivos e com os fatores não vivos do ambiente, com destaque para as interações que os seres humanos estabelecem entre si e com os demais seres vivos e elementos não vivos do ambiente. Abordam-se, ainda, a importância da preservação da biodiversidade e como ela se distribui nos principais ecossistemas brasileiros.
Terra e Universo	Compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes.

Embora, pelas diretrizes oficiais, o ensino de Ciências nos anos iniciais seja considerado essencial para a aprendizagem das crianças, existem problemas em sua execução, alguns dos quais remetem à formação inicial de professores para esse segmento de ensino. Os cursos de Pedagogia oferecem uma formação polivalente, ou seja, voltada para várias áreas do conhecimento, e, muitas vezes, há pouca ênfase ao trabalho com conteúdos e procedimentos de Ciências. Viecheneski e Carletto (2013), em pesquisa bibliográfica em periódicos nacionais sobre a temática, encontraram relatos de professores dos anos iniciais que revelavam, entre outras questões, deficiências na formação. Segundo as autoras, os docentes dos anos iniciais,

[...] têm realizado poucas atividades de experimentação com os alunos, embora reconheçam a importância de tais atividades. Os fatores que influenciam essa postura estão relacionados à falta de apoio e de orientação pedagógica, falta de materiais para realização das atividades, ausência de forma coletiva de trabalho entre os pares na escola e falta de preparo dos docentes nos cursos de formação inicial e continuada (VIECHENESKI; CARLETTO, 2013, p. 216).

Sobre o pouco uso da experimentação nos anos iniciais, na avaliação de Zancul (2008), um professor cuja formação não ofereceu a oportunidade de realizar esse tipo de trabalho não se sentirá seguro para propor experimentos para seus alunos. Ou seja, se ele próprio nunca realizou uma atividade de investigação ou participou de busca de soluções para problematizações, “[...] terá poucos elementos para orientar os estudantes na exploração de procedimentos como esses” (ZANCUL, 2008, p. 67).

Para que o acesso ao conhecimento científico esteja disponível desde os primeiros anos escolares, é preciso que os professores formação em Ciências. Muitas vezes, os cursos que formam professores têm uma carga horária muito pequena para os diferentes conteúdos e metodologias que serão trabalhados nos anos iniciais, não permitindo uma abordagem ampla de temas e procedimentos relacionados a Ciências.

Com a intenção de oferecer aos licenciandos de um curso de Pedagogia possibilidades de formação nesta área, foi proposta uma disciplina optativa, denominada, Educação Científica, com duração de um semestre (60 horas). No curso, em questão, existe uma disciplina obrigatória, que trata dos conteúdos e metodologias de Ciências Naturais, com duração de um semestre e a carga horária de 120 horas.

Neste trabalho são relatadas as atividades desenvolvidas pela disciplina Educação Científica, com alunos de um curso de Pedagogia. A experiência foi realizada com duas turmas de 15 (quinze) alunos licenciandos, do curso de Pedagogia de uma Universidade pública paulista, no primeiro semestre de 2016 e 2017, respectivamente.

Educação Científica no Curso de Pedagogia

A disciplina foi proposta com os seguintes objetivos: fazer com que os alunos reconheçam a educação científica como um dos componentes da educação básica, destacando seu papel na formação do aluno; identificar características e atitudes específicas da atividade científica; analisar o significado da ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo; identificar as possibilidades formadoras de espaços como museus, parques, centros de ciências e outros; desenvolver procedimentos relacionados à prática da atividade científica a partir da proposição e abordagem de situações-problema.

A ementa se refere a aspectos relacionados ao ensino de Ciências na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Entre os conteúdos programáticos,

destacam-se: O que é ciência; Episódios da história da ciência; Características da atividade científica; Aspectos e dimensões da educação científica; Conteúdos conceituais, procedimentos, atitudes e valores na educação científica; Pesquisa, experimentação e práticas na educação científica; Educação científica e valores humanos; Especificidades educacionais dos diferentes espaços de educação científica como museus, zoológicos, parques, jardins botânicos, observatórios, centros de ciência, entre outros. São usados, como referência, textos produzidos por Chalmers (1993), Sagan (1996), Carvalho e colaboradores (1998), Bizzo (1998), Freire (2002, 2005), Chassot (2004), Viveiro e Zancul (2014), Marandino (2008) além de outros textos complementares e artigos de divulgação científica.

Os procedimentos de ensino incluem o uso de estratégias diferenciadas na abordagem dos temas Ciências, como reflexões e discussões a partir de situações problema, leituras dos textos selecionados, com debates temáticos, exhibições de filmes e documentários, seguidas de discussões, visitas técnicas a museus e centros de ciências, realização de experimentos a partir de problematizações e apresentação de convidados. Por meio das atividades procura-se estabelecer vínculos com o dia a dia do estudante, com as aplicações científicas e com questões éticas, sociais e culturais. Considera-se que as atividades propostas possam ser adaptadas e incorporadas posteriormente em sala de aula pelos licenciandos, em situações variadas e com clientela diversas.

Todo o trabalho é fundamentado nas ideias de Paulo Freire, que defende uma educação libertadora como forma de proporcionar aos educandos uma tomada de consciência crítica da realidade em que estão inseridos. Segundo Freire (1980), a conscientização, por parte dos alunos, possibilita a transformação da realidade a partir da sua ação no mundo. Durante as atividades, destaca-se a importância do diálogo e do pensamento crítico para a aprendizagem de conhecimentos científicos. Também se ressalta a relevância de uma pedagogia pautada pela autonomia, “[...] centrada em experiências estimuladoras da decisão e da responsabilidade”, pois, como bem nos alerta Freire (2002, p. 41), a “autonomia é um processo, é um vir a ser. Não ocorre em data marcada”.

Atividades desenvolvidas com os professores em formação (2016 e 2017)

Nos anos de 2016 e 2017, a primeira atividade constou de um diagnóstico sobre as percepções dos estudantes sobre C&T, por meio da aplicação de um questionário

composto por 19 questões abertas e fechadas, adaptado do questionário da quarta edição da pesquisa nacional sobre “Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil”², realizada pelo CGEE e pelo MCTI no ano de 2015 (BRASIL, 2015). O questionário utilizado nas versões da disciplina em 2016 e 2017 foi dividido em quatro partes, a saber: (1) caracterização dos entrevistados; (2) avaliação do interesse e consumo de informação em Ciência e Tecnologia (C&T); (3) atitudes e visões sobre C&T; (4) avaliação e conhecimento sobre C&T no Brasil. Os resultados obtidos, a partir das respostas ao questionário, fornecem elementos para o desenvolvimento das atividades posteriores.

A atividade desenvolvida na sequência se refere à relevância da problematização no ensino de Ciências na atualidade, com uso do Capítulo 2, do livro “O mundo assombrado por demônios: a ciência vista como uma vela no escuro”, de Carl Sagan. Com o sugestivo título “Ciência e Esperança”, o texto é uma defesa da importância de se ensinar e aprender Ciências, que, segundo o autor, “é mais do que um corpo de conhecimento, é um modo de pensar” (SAGAN, 1996, p. 39). Embora publicado há mais de vinte anos, o texto mantém uma atualidade surpreendente, considerando-se os avanços da ciência e tecnologia nas últimas décadas. O desconhecimento dos estudantes sobre Carl Sagan e sobre sua obra, bem como as reações provocadas pela leitura, reforçam a necessidade de um ensino de Ciências pautado em uma perspectiva crítica e problematizadora, favorecendo a criatividade e a criticidade dos alunos.

Outro exercício, utilizado com o objetivo discutir as características da Ciência e da investigação científica, é inspirado em duas propostas semelhantes, denominadas “Problemas de caixa fechada” (HENNIG, 1986) e “Caixa de pandora” (SOUZA, 2008; RODRIGUES; GALEMBECK, 2011). Em 2016 e 2017 foram utilizadas oito caixas, completamente fechadas, contendo um ou mais objetos, que foram entregues aos estudantes, solicitando-se que, por meio de manipulações e com uso dos sentidos, procurassem indícios que permitissem levantar hipóteses sobre o que havia dentro de cada uma das caixas. A atividade é bastante dinâmica, favorece a troca de informações e a cooperação entre os estudantes e permite a discussão de aspectos do trabalho científico. Atividades como essa, quando “[...] conduzidas com correção e afastada completamente a ideia de adivinhação, permitirá que o aluno desenvolva habilidades e

²Dados da pesquisa disponíveis em <<http://percepcaocti.cgge.org.br/>>.

atitudes importantes a serem usadas em trabalhos de investigação científica” (HENNIG, 1986, p. 250).

O problema da caixa fechada/caixa de pandora costuma provocar discussões acerca de conceitos como Ciência, hipótese, teoria, fenômeno, conhecimento científico, entre outros. Através de questionamentos, formulação e teste de hipóteses, os estudantes tentaram responder à pergunta “O que tem dentro da caixa?”. Dessa maneira, pode-se dizer que as ações realizadas pelos alunos se aproximam de procedimentos utilizados em experimentos científicos. Na primeira tentativa de identificação do objeto, as perguntas são sempre aleatórias, mas, à medida que os resultados são alcançados, as perguntas tornam-se mais refinadas e são aperfeiçoadas a partir das respostas prévias (SABADINI, 2004).

As atividades da caixa fechada e da caixa de pandora são um recurso útil para se debater a respeito da construção da Ciência, que inclui curiosidade, observação, uso de conhecimentos prévios, emprego de instrumentos, comparação, elaboração de hipóteses e, sempre que possível, acesso ao objeto investigado para comprovar as pesquisas ou, frequentemente, ampliá-las em busca de respostas para novas questões.

Outra atividade de investigação, utilizada nas duas oportunidades, é uma adaptação da proposta apresentada por Orlandi e Castro (2009), denominada “Biofísica da visão”, que focaliza os órgãos dos sentidos, especificamente a visão. A proposta faz parte do livro “O ensino de Ciências por investigação” (SCHIEL; ORLANDI, 2009), no qual encontram-se atividades que estimulam a problematização, a partir de situações do cotidiano, ou motivadas pelo professor. A sequência utilizada na disciplina, segundo seus autores, tem como objetivos “identificar o olho como órgão da visão, verificar a função da íris, da pupila, da focalização e o papel dos dois olhos na visão em profundidade” (ORLANDI; CASTRO, 2009, p. 117). Durante a abordagem, o objetivo foi trabalhar com os licenciandos as características e a função dos olhos, a observação visual, a visão em profundidade.

Para a contextualização da temática sobre a visão, foram utilizados dois textos de divulgação científica publicados na Revista Ciência Hoje para Crianças³ e um texto com a abordagem de conceitos científicos, adaptado de Garcia (2007). Após a leitura dos textos, iniciou-se uma discussão acerca das características e da função dos olhos. O objetivo dessa atividade foi provocar a curiosidade sobre o funcionamento dos olhos e

³Disponível em: <http://chc.org.br/>.

questionar se há algum objeto que execute ações semelhantes. Algumas hipóteses foram apresentadas pelos alunos, entre elas, o exemplo da máquina fotográfica.

Com o objetivo de problematizar alguns aspectos levantados pelos estudantes ao longo do trabalho e auxiliar na compreensão do funcionamento das diferentes estruturas oculares, propôs-se a construção de uma “Câmara escura de orifício, tendo como referência a proposta de Alberto Gaspar (2005). Com materiais acessíveis, como latas de alumínio, caixas de sapato, papel cartão na cor preta e papel vegetal, foram construídas câmaras escuras para a observação do processo de formação de imagens, discutindo-se também o funcionamento do olho humano e alguns problemas de visão, assim como suas soluções, através dos estudos de lentes.

Na continuidade das propostas de investigação, foi proposto um exercício com o uso do microscópio. O uso de equipamentos e tecnologias como o microscópio proporciona a interação dos alunos com um “mundo novo”, invisível até então, já que estruturas como células vegetais não são visíveis a olho nu. A maior parte dos estudantes da disciplina nunca havia feito qualquer observação através de tal aparelho.

O experimento realizado é denominado “Visualizando uma célula vegetal”, adaptado de Mendes, Coutinho e Araújo-Jorge (2014). Nesta atividade não foi realizada nenhuma leitura ou contextualização de conceito prévias. A partir de um roteiro procedimental, os licenciandos realizaram a observação de três tipos de células vegetais, a saber: *Elodea* (planta aquática encontrada em lojas de materiais para aquário), *Tradescantia pallida purpurea* (nome popular: Trapoeraba-roxa) e gramíneas em geral. Foi solicitado, aos alunos, que observassem as estruturas detalhadamente, analisando e registrando o formato, a disposição, a coloração etc. Era esperado que os licenciandos percebessem a presença de diferentes organelas nas células, como cloroplastos e estômatos, a coloração esverdeada ou outro pigmento visível e a movimentação nas células de *Elodea*. A partir dos registros realizados, iniciou-se uma discussão sobre as características das estruturas observadas e como foi possível analisar estruturas microscópicas.

No trabalho com os professores em formação, buscou-se focalizar a ciência como uma atividade humana, intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais, objetivando desmistificar visões deformadas do trabalho científico e a imagem de uma ciência socialmente neutra, anistórica e desinteressada (VIEIRA; BAZZO, 2007; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

Assim, além das atividades relacionadas às características da Ciência e da investigação científica, considerou-se importante propor a discussão de alguns temas que tratam de atitudes e valores, de forma a provocar reflexões sobre problemas que envolvem um tema científico e sobre as dimensões sociais, políticas e éticas que estão presentes em qualquer tomada de decisão do cidadão. Entre esses temas, aqueles que discutem as chamadas controvérsias científicas, podem contribuir para a promoção de reflexões e questionamentos relevantes. Para Vieira e Bazzo (2007, p. 2),

A inserção de discussões sobre controvérsias científicas tem o potencial de estimular o educando a sentir-se parte da sociedade em que vive, a se interessar pelos seus problemas e a participar das discussões decorrentes das interações ciência/tecnologia/sociedade (VIEIRA; BAZZO, 2007, p. 2).

A partir desta perspectiva, foi proposta a atividade “A bioética da terapia gênica”, focalizando as questões bioéticas sobre terapia gênica, com uso do método de Estudo de Caso no Ensino de Ciências Naturais (QUEIROZ; CABRAL, 2016). Assuntos controversos ainda são pouco discutidos em sala de aula, seja pelo desconhecimento de estratégias de ensino ou pela falta de material adequado (VIEIRA; BAZZO, 2007). No método de Estudo de Caso o foco está no aluno como sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem e as atividades proporcionam a sua aproximação com problemas reais e com o conhecimento científico e tecnológico sobre a temática trabalhada, permitindo o desenvolvimento do pensamento crítico e da habilidade de resolver problemas.

A experiência aqui relatada foi adaptada de um material didático disponível no endereço eletrônico⁴ do *Genetic Science Learning Center* da Universidade de Utah (EUA), no módulo “Gene Therapy: Bandage Molecular?”. O exercício inicial foi a leitura de um texto (“Terapia gênica: uma atadura molecular?”)⁵ com informações essenciais sobre a técnica em questão. Após a leitura, foi feita uma discussão a respeito dos principais conceitos relacionados à terapia gênica, como material genético (ou genoma), mutação, vetores envolvidos na técnica, técnicas *in vivo* e *ex vivo*, as doenças passíveis de serem tratadas através da manipulação genética, entre outros. Divididos em grupos, os alunos iniciaram a leitura de três casos de ensaios clínicos de terapia gênica, sendo um deles um exemplo de um caso bem-sucedido, outro de um caso não bem-

⁴Disponível em: <http://teach.genetics.utah.edu/content/>.

⁵Disponível em: <http://teach.genetics.utah.edu/content/genetherapy/#item1>.

sucedido e o terceiro, que traz uma mistura de sucesso com efeitos colaterais indesejados. Para cada caso, os alunos responderam a um questionário de tomada de decisão, relacionado a questões bioéticas. Para o fechamento da atividade foi exibido o filme “Gattaca – experiência genética”. Trata-se de uma produção americana, lançada em 1997, escrita e dirigida por Andrew Niccol. A história se passa num futuro próximo, em uma sociedade na qual a manipulação do código genético é uma prática usual, tornando Gattaca um mundo completamente totalitário (VEIGA-NETO, 2003). Após a exibição, foi realizado um debate sobre os principais aspectos observados pelos estudantes no filme e suas relações com as atividades anteriores. Era esperado que os alunos considerassem as questões bioéticas relacionadas à terapia gênica, diferenciassem os tipos de indicações para os ensaios desse tipo de terapia, analisassem a questão do ponto de vista bioético de várias entidades e reconhecessem os riscos e os resultados potenciais envolvidos nos ensaios clínicos da terapia gênica, o que de fato ocorreu.

Ainda com relação à discussão de questões éticas no ensino de Ciências, considerando-se a relevância do debate sobre a utilização de animais não humanos em atividades científicas (SCHEID, 2011), em 2016 foi realizada uma visita guiada a um biotério de uma Universidade pública. Com a colaboração da funcionária responsável pelo local, foram apresentadas as dependências do biotério, os equipamentos e técnicas de biossegurança, as espécies utilizadas pelos laboratórios de pesquisas e a maneira correta de criação e manuseio dos animais. Por se tratar de um local de acesso restrito, os professores em formação puderam vivenciar a rotina rigorosa de cuidados a que técnicos de laboratório e pesquisadores são submetidos para realizar testes em animais, a fim de apresentar uma pesquisa comprometida com a ética e o bem-estar animal.

No que se refere às possibilidades formadoras de espaços como museus, centro de ciências, parques, entre outros lugares divulgadores da cultura científica, em 2016 e 2017, foram visitados dois locais, com propostas que visam a divulgação dos conhecimentos científicos e tecnológicos de maneira interativa. As visitas, previamente agendadas, contaram com acompanhamento de monitores, que focalizaram, especialmente, o público visitante, ou seja, professores em formação inicial. Para cada espaço visitado, os alunos receberam um roteiro para a elaboração de um relatório de visita.

A primeira visita foi ao Centro de Ciências de Araraquara (CCA)⁶, instituição vinculada à Diretoria do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Araraquara. O CCA é membro da Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências (ABCMC), está cadastrado no Sistema Brasileiro de Museus (SBM) e no Sistema Estadual de Museus (SEM), e é conveniado com a Fundação para o Desenvolvimento (FDE) da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, a partir do projeto “Cultura é Currículo – Lugares de Aprender – A escola sai da escola”, desde o ano de 2009. Além disso, possui parceria com a Prefeitura Municipal de Araraquara, através da Secretaria Municipal de Educação, desde 1999. De acordo com informações disponíveis no endereço eletrônico do CCA, o espaço possui salas temáticas com abordagem em diferentes áreas, como Biologia, Matemática, Física, Química, Astronomia e Minerais, e tem como objetivos estimular o uso da experimentação no ensino de Ciências do Ensino Fundamental e Médio; contribuir para o aperfeiçoamento constante (capacitação) dos professores do Ensino de Ciências e de Química; proporcionar a interação entre a Universidade e a rede de Ensino Fundamental e Médio; oferecer apoio aos alunos do Ensino Fundamental e Médio na elaboração de trabalhos, montagens de Feiras de Ciência, etc; e disponibilizar acesso gratuito para a comunidade em geral de Biblioteca, vídeos, recursos multimídia, exposições permanentes e temporárias, cursos e atividades culturais, empréstimo de kits com modelos e experimentos de ciências (Experimentoteca). Durante a realização da visita guiada, os licenciandos puderam acompanhar atividades do CCA junto a alunos do Ensino Fundamental, de uma escola particular da cidade de Araraquara, e interagir com experimentos e exposições. Os professores em formação observaram a divisão do espaço no CCA, a relação entre as atividades e os conteúdos abordados e a faixa etária destinada, as características de um espaço não formal de ensino e a sua possível utilização como um recurso para a educação científica.

Outro espaço foi o Museu Catavento⁷, inaugurado em 2009 e localizado na cidade de São Paulo, mantido pela Organização Social de Cultura “Catavento Cultural e Educacional”. Segundo informações no endereço eletrônico deste museu, ele foi criado com a missão de aproximar crianças e jovens do mundo científico e apresentar e divulgar a Ciência, tecnologia e cultura para a população em geral. O Museu Catavento possui um espaço interativo e instigante para todas as faixas etárias, com exposições

⁶Disponível em: <http://www.cca.iq.unesp.br/index.php>.

⁷Disponível em: <http://www.cataventocultural.org.br/>.

divididas em quatro seções: Universo, Vida, Engenho e Sociedade. Durante a visita, com duração das 9h às 16h, foram observadas diferentes exposições e espaços interativos, apresentados por monitores. Assim como ocorreu com a visita ao CCA, os alunos foram orientados a realizar observações e registros sobre as atividades e relatar, posteriormente, a experiência em sala de aula.

Alguns dos estudantes da disciplina Educação Científica já conheciam as atividades do CCA, do Museu Catavento e de outros centros de divulgação científica, por meio de visitas, durante a época em que eram estudantes da educação básica, ou em momentos mais recentes. No entanto, para a maioria deles, a experiência de visitar os espaços com o olhar voltado para a prática em sala de aula e para as contribuições de espaços não-formais ao ensino de Ciências foi algo diferente. Apontaram, também, haver percebido que a diversidade de recursos didáticos, técnicas e estratégias expositivas utilizadas podem contribuir para uma aprendizagem mais dinâmica e significativa. Destacaram, ainda, a importância dos mediadores, sejam eles visuais, tecnológicos ou humanos, para a compreensão dos conhecimentos científicos contidos nas exposições. Para Marandino (2008), a visitação em museus e centro de ciências deve ser cativante e proporcionar a participação ativa do visitante, sendo muito importante que a mediação seja feita de maneira interativa, buscando facilitar a observação, promover o diálogo e a fala de todos os visitantes. Segundo a autora, é necessário também que os conteúdos sejam acessíveis a todos os públicos frequentadores de espaços como museus, de maneira a “[...] garantir a correção conceitual, mas, ao mesmo tempo, promover a aproximação das ideias expostas pelo público, levando-o a refletir, a perguntar, a duvidar e a querer buscar mais e novas informações sobre o tema abordado” (MARANDINO, 2008, p. 23).

Também estão incluídas, na disciplina, palestras temáticas apresentadas por pesquisadores da área de ensino de Ciências. Nas duas turmas que cursaram a disciplina Educação Científica nos anos de 2016 e 2017, as palestras atenderam a sugestões feitas pelos licenciandos no início do curso, que revelaram interesse em compreender melhor conceitos relacionados à Astronomia. Os assuntos referentes à Astronomia chamam a atenção das pessoas em qualquer faixa etária e, além disso, fazem parte da matriz curricular proposta pelos PCN dos ensinos fundamental e médio (BRASIL, 1997, 2000) e pela BNCC (2018).

O ensino de Astronomia é um importante recurso, pois apresenta uma forte interdisciplinaridade com outras ciências, como a Matemática e a Física, desenvolve o raciocínio lógico, noções sobre os sistemas de localização, escalas numéricas enormes e pequenas ao mesmo tempo, e, além disso, talvez seja a única ciência capaz de desvendar nossas origens (LUIZ, 2010, p. 18).

As palestras foram ministradas pelo Professor Sérgio Donizete Cabau Junior que, naquele período, atuava na Fundação Centro de Estudos do Universo (CEU)⁸, localizada na cidade de Brotas, interior de São Paulo. A Fundação CEU realiza atividades voltadas para o ensino de Ciências na educação básica e oferece oficinas didáticas, sessões de observação com telescópios e sessões de planetário digital. Nas palestras, apresentadas aos professores em formação, foram abordadas diferentes temáticas relacionadas ao ensino de Astronomia, como a história, o trabalho dos cientistas da área, usos da Astronomia, relações com outras áreas do conhecimento e curiosidades. Após a atividade, foi pedido aos licenciandos que elaborassem um texto explorando as principais características do ensino de Astronomia e identificando possibilidades para se trabalhar a temática com crianças dos anos iniciais do ensino fundamental. Os professores em formação apontaram que atividades relacionadas à Astronomia são importantes pois, além de despertarem o interesse e a curiosidade das crianças, auxiliam na abordagem de conhecimentos científicos interdisciplinares.

Como trabalhos finais da disciplina foram propostas duas atividades diferentes: uma para a turma de 2016 e outra para a de 2017, ambas baseadas na avaliação diagnóstica realizada no início das atividades e nas respostas do questionário sobre percepção de C&T.

Em 2016, os licenciandos apresentaram a biografia de uma/um cientista brasileira/o, adaptada a estudantes de educação infantil e anos iniciais do ensino fundamental. Os professores em formação escolheram a personagem de acordo com sua preferência e definiram o formato do produto a ser entregue, que poderia ser livro, vídeo, jogo, cartilha, seminários, entre outros. Diferentes recursos didáticos foram apresentados pelos alunos, que escolheram cientistas como Bartolomeu de Gusmão, Santos Dumont, Adolfo Lutz, Sérgio Donizete Cabau Junior, além de outros. Toda a confecção dos materiais foi de responsabilidade dos professores em formação, desde a montagem até a impressão dos livros ou a programação do jogo. Os livros foram

⁸Disponível em: <http://www.fundacaoceu.org.br/>.

escritos em linguagem simples e atrativa sem deixar, no entanto, de abordar conhecimentos científicos e conceitos importantes para cada faixa etária. Além disso, no livro sobre Bartolomeu de Gusmão, as ilustrações ofereciam a possibilidade de serem coloridas pelas crianças. O jogo “Cabau nas estrelas” foi desenvolvido por dois professores em formação, com o objetivo de apresentar a biografia do Professor Sérgio Donizete Cabau Junior e sua relação com a Astronomia. No jogo, a partir de perguntas e respostas, o participante conhece aspectos da atividade do astrônomo e conceitos relacionados à Astronomia.

O trabalho final no ano de 2017 consistiu na elaboração de um Projeto de Ciências, destinado ao público da educação infantil e dos anos iniciais do ensino fundamental. O objetivo deste trabalho foi orientar os licenciandos no desenvolvimento e aplicação, quando possível, de uma atividade pautada na resolução de um problema, por meio de uma sequência de ações articuladas. Na escolha do tema, os professores em formação deveriam considerar os interesses dos alunos, faixa etária e o grau de escolaridade, articulações com os conteúdos que respondem aos objetivos da série/ano, o potencial educativo desse tema e a possibilidade de favorecer uma compreensão integrada da questão em estudo. Aqueles licenciandos que estagiavam em sala de aula poderiam aplicar o projeto com crianças, quando permitido pela escola. A apresentação final do projeto contou com a abordagem de diferentes temáticas por parte dos professores em formação: Sustentabilidade; Alimentação saudável; Afunda ou flutua; O que é DNA?; Fabricação do papel. A estrutura dos projetos incluiu a descrição dos objetivos estabelecidos pelo professor, os conteúdos abrangidos para a resolução do problema, os procedimentos utilizados para a abordagem, o fechamento das atividades com a exposição de um produto final, além da avaliação.

Nas duas oportunidades, a avaliação considerou todo o processo vivenciado pelos futuros professores. O conjunto do material produzido, entre os quais os relatórios de experimentos e de visitas, as resenhas e as análises de filmes e os demais textos, foram analisados e utilizados para a emissão das notas finais dos alunos na disciplina.

Considerações finais

Por meio das atividades desenvolvidas na disciplina Educação Científica, buscou-se propiciar, aos licenciandos, uma experiência de educação problematizadora, com base nas ideias de Paulo Freire (2002, 2005), visando a construção de uma

autonomia que favoreça o trabalho docente e o desenvolvimento profissional do professor.

Para Freire (2005), uma educação problematizadora, pautada no diálogo, pode proporcionar aos educandos uma tomada de consciência crítica da realidade em que estão inseridos. Santos (2008, p. 116), ao abordar o ensino de Ciências a partir de uma perspectiva freireana de educação, considera “[...] a educação de Ciências que se faz na maioria das escolas com memorização de termos científicos, sistemas classificatórios e algoritmos como sendo uma educação bancária”. Ainda para o autor,

Essa educação neutra, não problematizadora, carrega consigo valores dominantes da tecnologia que têm submetido os interesses humanos àqueles puramente de mercado. Essa educação acaba sendo opressora, na medida em que reproduz um valor de ciência como um bem em si mesmo a ser consumido e aceito sem questionamentos (SANTOS, 2008, p. 116).

Buscando contribuir para uma compreensão mais ampla do conhecimento científico e de seu papel na sociedade, a experiência aqui relatada teve, como intuito, oferecer aos estudantes possibilidades de estudo, reflexão e análise de conteúdos e procedimentos da área de Ciências, de forma que possam pensar caminhos para a prática em sala de aula nos anos iniciais. O trabalho envolveu estudos teóricos, abordagem de diferentes temas, uso de estratégias e procedimentos variados, com ênfase na problematização e no incentivo ao diálogo e à participação ativa dos estudantes,

Os conteúdos trabalhados, durante os anos de 2016 e 2017, abrangeram temas referentes à Ciência e Tecnologia e outros que abordam controvérsias científicas, possibilitando que os estudantes argumentassem, ponderassem e expressassem opiniões fundamentadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico e suas implicações para a sociedade. As discussões propiciadas por temas contemporâneos e polêmicos, como aquele proposto na atividade “A bioética da terapia gênica”, reforçam a importância da inclusão da abordagem CTS na formação de professores dos anos iniciais, contribuindo para uma reflexão crítica e ética no ensino de Ciências, “para uma percepção mais próxima do real de CT, reflexão e criticidade dos docentes, e uma prática socialmente comprometida com a formação integral dos alunos da Educação Básica” (DOMICIANO; LORENZETTI, 2019, p. 16).

Os resultados obtidos, durante o processo, bem como as discussões e problematizações vivenciadas ao longo do tempo, indicam a relevância de se pensar uma formação de professores para os anos iniciais que contemple a abordagem de temas e questões referentes ao conhecimento científico e seu papel na sociedade contemporânea. As avaliações sobre o trabalho revelam, entre outros dados, um aumento significativo do interesse dos estudantes pelas questões de ciência e tecnologia e uma percepção mais ampla sobre o papel do ensino de Ciências para crianças. No entanto, como disciplina optativa, Educação Científica atinge um número bem restrito de alunos, que varia, a cada ano, de acordo com a disponibilidade dos licenciandos, em função do dia e horário em que a disciplina é oferecida. Além disso, como não faz parte da grade de obrigatórias, depende da disponibilidade de um professor para que seja oferecida.

Referências

- BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil*. São Paulo: Ática, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais Ensino Médio: bases legais*. Brasília: MEC, 2000.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. *Percepção pública da ciência e tecnologia no Brasil*. Brasília: CGEE/MCTI, 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base nacional comum curricular*. 3ª ed. revista. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/imagens/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 25 set. 2018.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.
- CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E.; REY, R. C. *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998.
- CHALMERS, A. F. *O que é ciência, afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CHASSOT, A. *A ciência através dos tempos*. São Paulo: Moderna, 2004.

DOMICIANO, T. D.; LORENZETTI, A. Educação CTS na formação inicial de professores: um panorama de Teses e Dissertações brasileiras. *REnCiMa*, v. 10, n. 5, p. 1-21, 2019.

FREIRE, P. *Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire*. São Paulo: Cortez & Moraes, 1980.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 42. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GARCIA, E. A. C. *Biofísica*. São Paulo: Sarvier, 2007.

GARCÍA PALACIOS, E. M.; VON LISINGEN, I.; GONZÁLES GALBARTE, J. C.; LÓPEZ CERESO, J. A.; LUJÁN, J. L.; PEREIRA, L. T. V.; MARTÍN GORDILLO, M.; OSÓRIO, C.; VALDÉS, C.; BAZZO, W. A. (Eds.). *Introdução aos estudos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade)*. Madrid: Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), 2003.

GASPAR, A. Câmara escura de orifício. In: GASPAR, A. *Experiências de ciências para o ensino fundamental*. São Paulo: Ática, 2005, p. 175-178.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HENNIG, G. J. *Metodologia do ensino de ciências*. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1986.

LUIZ, A. A. *Projeto astronomia na escola: a astronomia no ensino da matemática*. 2010. (Monografia Licenciatura em Matemática). Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, SP, 2010.

MARANDINO, M. *Educação em museus: a mediação em foco*. São Paulo: GEENF/FEUSP, 2008.

MENDES, C. L. S.; COUTINHO, C. M. L. M.; ARAÚJO-JORGE, T. C. Experimentando com o microscópio. *Com Ciência na Escola*, v. 2, p. 1-12, 2014.

ORLANDI, A. S.; CASTRO, A. C. de. Órgãos dos sentidos. In: SCHIEL, D.; ORLANDI, A. S. (org.). *Ensino de ciências por investigação*. São Carlos: Universidade de São Paulo, Centro de Divulgação Científica e Cultural-CDCC, 2009, p. 113-138.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O. *Estudos de casos no ensino de ciências naturais*. São Carlos: Art Point, 2016. Disponível em: https://sites.usp.br/cdcc/wp-content/uploads/sites/512/2019/06/2016-Estudos_de_Caso.pdf. Acesso em: 25 set. 2018.

RODRIGUES, B. C. R.; GALEMBECK, E. Desvendando objetos desconhecidos: uma experiência investigativa em aulas práticas de Bioquímica. *In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2011, Campinas, SP. *Atas [...]*. Campinas: ABRAPEC, 2011, p. 1-12.

SABADINI, E. A caixa fechada e o método científico. *Chemkeys - Liberdade para aprender*, 2004, p. 1-3. Disponível em: <http://chemkeys.com/br/2004/07/17/a-caixa-fechada-e-o-metodo-cientifico/>. Acesso em: 25 set. 2018.

SAGAN, C. *O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W.L.P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W.L.P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.

SANTOS, W.L.P. dos; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SCHEID, N. M. J. Temas controversos no ensino de ciências: apontamentos de natureza ética. *Diálogo*, v. 19, n. 1, p. 65-79, 2011.

SCHIEL, D.; ORLANDI, A. S. *Ensino de ciências por investigação*. São Carlos: Universidade de São Paulo, Centro de Divulgação e Cultura – CDCC, 2009. Disponível em: <https://sites.usp.br/cdcc/wp-content/uploads/sites/512/2019/06/2009-EnsinoCienciasInvestigacao.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.

SOUZA, T. M. M. de. A caixa de pandora: ensino médio. *Portal do Professor*, 2005. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=128>. Acesso em: 25 set. 2018.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. *Ensino de ciências*. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

VEIGA-NETO, A. Usando Gattaca: ordens e lugares. *In: TEIXEIRA, I. A. C.; LOPES, J. S. M. (org.). A escola vai ao cinema*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003, p. 73-90.

VIECHENESKI, J. P.; CARLETTO, M. Por que e para quê ensinar ciências para crianças. *RBECT*, v. 6, n. 2, p. 213-227, 2013.

VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. *Ciência & Ensino*, v.1 (n. especial), p. 1-12, 2007.

VIVEIRO, A. A.; ZANCUL, M. C. S. Perspectivas para a formação de professores dos anos iniciais da escolarização em relação aos conteúdos de ciências. In: GOIS, J. (org.), *Metodologias e processos formativos em ciências e matemática*. São Paulo: Paco Editorial, 2014, p. 1-10.

ZANCUL, M. C. S. Ciências no ensino fundamental. In: DEMONTE, A.; INFORSATO, E. C.; GATTÁS, E. A. L.; ROMANATTO, M. C. (org.). *Cadernos de formação: ciências e saúde*. 2ª ed. São Paulo: Páginas & Letras, 2007, p. 135-145.

ZANCUL, M. C. S. O ensino de ciências e a experimentação: algumas reflexões. In: Pavão, A. C.; Freitas, D. (org.). *Quanta ciência há no ensino de Ciências*. São Carlos: EdUFSCar, 2008, p. 62-68.

Recebido em: 18 de janeiro de 2021

Aprovado em: 12 de março de 2021

Publicado em: 14 de maio de 2021