



A formação de professores na perspectiva CTSA por meio de atividades nos museus de ciências

Teacher learning in the STSE perspective through activities in science museums

Graziele Aparecida de Moraes Scalfi

Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo
graziscalfi@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1417-1287>

Cynthia Iszlaji

Museu de Microbiologia do Instituto Butantan
cynthiaiszlaji@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9624-7977>

Martha Marandino

Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo
marmaran@usp.br
<https://orcid.org/0000-0001-9175-012X>

Resumo:

A educação com foco em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) busca explorar as interações entre ciência e sociedade e promover visões críticas e complexas dos processos de Alfabetização Científica (AC). Essa perspectiva vem sendo desenvolvida em ações e pesquisas nos museus de ciências e experiências que promovem a relação CTSA estão cada vez mais presentes nestes locais. Neste artigo apresentamos resultados de um estudo realizado com 123 professores em formação inicial que cursaram disciplinas de um curso de licenciatura em ciências biológicas com foco na perspectiva CTSA e nos temas controversos, a partir de visitas a dois museus. Nele, os professores desenvolveram atividades pedagógicas a serem realizadas com alunos da educação básica e com público geral dos museus, fundamentadas nos pressupostos trabalhados nas disciplinas. O foco do estudo foi, então, compreender as possibilidades e desafios na produção dessas atividades. A abordagem de pesquisa utilizada foi qualitativa com análise de conteúdo para as atividades produzidas pelos professores em formação e suas apresentações em sala de aula. Como resultado, destacamos o desafio do professor ou mediador em abordar questões polêmicas sem encerrar a discussão - ou seja, sem se posicionar em relação à controvérsia.

Palavras-chave: relações CTS e controvérsias; formação inicial de professores; alfabetização científica; museus de ciência.



Abstract:

Education focused on Science, Technology, Society, and Environment (STSE) seeks to explore the interactions between science and society and promote critical and complex views of the processes of Scientific Literacy (SL). This perspective has been developed in actions and research in science museums, and experiences that promote STSE education are increasingly present in such places. In this article, we present the results of a study performed with 123 teachers who had an initial training on the STSE perspective and controversial themes in museums. This training was part of a course in their biological sciences licentiate undergraduate degree. In the courses, the teachers developed pedagogical activities to be carried out with primary school students and with the general public in museums, based on the assumptions established in the courses. The focus of the study was to understand the possibilities and challenges in the production of these activities. The research approach used was qualitative, with content analysis for the activities produced by teachers in training and their presentations in the classroom. As a result, we highlight the challenge of the teacher or mediator in addressing controversial issues without ending the discussion – that means, without taking a stand regarding the controversy.

Keywords: relations STS and controversy; initial teacher training; scientific literacy; science museums.

Resumen:

La educación desde el enfoque de la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) busca explorar las interacciones entre la ciencia y la sociedad y además de promover visiones críticas y complejas de los procesos de Alfabetización Científica (AC). Esta perspectiva se ha desarrollado en acciones e investigaciones en museos de ciencias y las experiencias que promueven la relación CTSA están cada vez más presentes en estos lugares. En este artículo presentamos los resultados de un estudio realizado con 123 profesores en formación inicial que cursaron asignaturas en un curso de licenciatura en ciencias biológicas bajo la perspectiva de CTSA y temas controvertidos, a partir de visitas a dos museos. En ellos, los profesores desarrollaron actividades pedagógicas que se llevan a cabo con estudiantes de educación básica y el público en general de los museos, basados en los presupuestos trabajados en las disciplinas. El objetivo del estudio fue el de comprender las posibilidades y los desafíos en la producción de tales actividades. El abordaje de investigación utilizado fue cualitativo, según los conceptos del análisis de contenido, para las actividades producidas por los profesores en formación y sus presentaciones en el aula. Como resultado, destacamos el desafío del profesor o mediador al abordar temas controvertidos sin terminar la discusión, o sea, sin tomar una posición sobre la controversia.

Palabras clave: relaciones CTS y controversia; formación inicial de profesores; alfabetización científica; museos de ciencias.

Introdução

Trabalhar com as relações entre CTSA, divulgação científica e educação representa promover uma análise reflexiva, crítica e comprometida com uma perspectiva de ciência que rompe com visões dogmáticas, a-históricas e neutras, e assume a ciência como um empreendimento



humano, posicionado, ideológico, político e, por isso, uma construção social. Uma ampla e vasta bibliografia na área de ensino e divulgação da ciência nacional e internacional aponta para a relevância de se incluir as relações CTSA e de trabalhar com questões sociocientíficas controversas nas aulas de ciências e por meio de ações educativas dos museus (Auler, 2002; Pedretti, 2002; Delicado, 2009; Yaneva et al., 2009; Santos e Auler, 2011).

Para Pedretti e Nazir (2011), às relações CTSA podem ser tão importantes quanto a aprendizagem de conceitos e processos da ciência. Segundo as autoras, promover a educação na perspectiva CTSA significa explorar as interfaces entre ciência e o mundo social com o objetivo de preparar os estudantes para que possam compreender temas sociocientíficos, tomar decisões informadas e responsáveis e atuar em seu contexto. Em seu trabalho, as autoras mapearam e identificaram seis tendências ou correntes que têm caracterizado, nas últimas décadas, os objetivos, o foco e as estratégias da educação CTSA, sendo elas: **aplicação/design** (resolver problemas por meio de tecnologias existentes ou adaptadas); **histórica** (considerar o contexto sociocultural das práticas científicas); **raciocínio lógico** (compreender assuntos sociocientíficos e tomar decisões por meio de evidência empírica); **centrada em valores** (compreender assuntos sociocientíficos e tomar decisões por meio considerações morais e éticas); **sociocultural** (compreender a ciência no seu contexto sociocultural); **socioecojusta** (criticar e solucionar problemas por meio de ação).

Pelo enfoque CTSA, espera-se que esses processos considerem as capacidades dos sujeitos de: (i) compreender questões sociocientíficas (QSC), (ii) formular visões próprias e pontos de vista sobre essas questões, (iii) reconhecer as forças sociais, políticas e econômicas que influenciam as atividades científicas e tecnológicas, (iv) tomar decisões de forma responsável e informada (considerando componentes morais e éticos) e (v) atuar em sua realidade (Hodson, 2003, 2013; Pedretti e Nazir, 2011).

Pautados nessas referências, defendemos que a discussão sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) aconteça em cursos de formação de professoras/es da área de ciências. A abordagem CTSA no planejamento de disciplinas fornece subsídios para que a/o docente pratique um ensino de ciências numa perspectiva crítica, política, de engajamento, além de contemplar conceitos e conteúdos científicos propriamente ditos (Marandino, Pugliese e Oliveira, 2019).

Considerando o contexto apresentado, este trabalho faz parte de dois projetos de pesquisa financiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), sendo que em síntese ambos visam entender como as relações CTSA vêm sendo abordados pelos museus de ciências, quais as potencialidades e os desafios de professores em formação que cursaram disciplinas com foco na perspectiva CTSA e nos temas controversos, a partir de visitas a museus possuem ao desenvolverem atividades pedagógicas para alunos da educação básica e para o público geral dos museus. É ainda objetivo dos projetos o desenvolvimento de ações e materiais que abordam a perspectiva CTSA e os temas controversos na relação com os museus de ciências, buscando ampliar sua inserção no contexto da educação em museus.

Desse modo, neste trabalho, buscamos caracterizar os temas, as estratégias didáticas, os desafios e as potencialidades que os professores em formação inicial apontaram ao desenvolver atividades pedagógicas ao participarem de duas disciplinas que tiveram como foco nas relações



CTSA e nos temas controversos na relação com os museus. Assim, a questão principal que norteia o estudo que aqui apresenta-se é: quais as potencialidades e os desafios identificados pelos professores em formação inicial ao elaborar propostas de atividades pedagógicas a serem desenvolvidas em visitas a museus, que abordam temas na perspectiva CTSA?

Contextualização teórica

Educação em museu e formação de professores na perspectiva CTSA

Os museus de ciências são cada vez mais valorizados como espaços de educação ao longo da vida (Marandino, 2005; Falk e Dierking, 2012). Suas ações favorecem o processo de alfabetização científica, promovendo a cidadania e oferecendo conteúdos, práticas e experiências particularidades e únicas (Pugliese, 2015). Os museus promovem esses aspectos de variadas formas, apoiando à educação formal, por meio de visitas monitoradas a exposições e demais ações educativas e ainda em oportunidades de passeios em família, favorecendo o acesso a cultura científica.

Nesse contexto de valorização dos museus como espaços de educação, é muito importante que os professores em formação conheçam as particularidades e potencialidades desses espaços (Marandino, 2009) e, ainda, possam explorar a perspectiva CTSA com seus alunos em visitas a esses locais. Deve-se, desse modo, incentivar que professores em formação inicial tenham contato e possam desenvolver atividades nos museus, gerando possibilidades de mudanças na prática pedagógica de forma multi e interdisciplinar (Marandino, Pugliese e Oliveira, 2019).

Nesse sentido, Pugliese (2015, p. 205) destaca que a inserção dos museus na prática pedagógica dos cursos de licenciatura em ciências e biologia abre um leque de possibilidades reflexivas para o professor como: os conteúdos contemplados pelas exposições como fonte de conhecimento específico; as diferentes ações pedagógicas que o licenciado podem vivenciar nesses espaços, como por exemplo, cursos e estágios; e pela apropriação de cultura que esses espaços possibilitam, no caso dos museus de ciências, a cultura científica.

Em geral, a formação de professores de ciências preocupa-se principalmente em fornecer estruturas viáveis para que os professores possam envolver os alunos na atividade da ciência e desenvolver noções significativas (funcionais) da alfabetização científica (Zeidler, Sadler, Applebaum e Callahan, 2009). Por sua vez, os autores mostram que há uma dificuldade para que posteriormente, em suas práticas diárias, professores consigam lidar com seus alunos de maneira eficaz com as crenças centrais, a pseudociência e a falta de experiência pessoal na tomada de decisões morais, tornando um desafio o trabalho com as questões sociocientíficas (QSC).

O desafio para os professores de ciências é permitir que os alunos desacreditem seu próprio sistema de crenças, tendo oportunidades para formular novas perspectivas. Nossas experiências nos permitiram identificar várias áreas que são potencialmente problemáticas para os estudantes quando se envolvem em QSC. Os impedimentos dos alunos ao sucesso tendem a incluir crenças



morais (fundamentais), conceitos científicos errôneos, falta de experiências pessoais, falta de conhecimento de conteúdo, habilidades subutilizadas de raciocínio científico e maturidade emocional (Zeidler e Nichols, 2009, p. 52, tradução nossa).

As dificuldades apresentadas por Zeidler e Nichols (2009), não tem como objetivo desestimular os professores em suas práticas, mas sim, mostrar que existem formas de superar essas posições, proporcionando aos alunos oportunidades de desafiar seus sistemas de crenças pessoais sobre o mundo social e natural, a fim de estabelecer conexões. Pesquisas têm demonstrado que o uso de questões sociocientíficas nas aulas de ciências pode aumentar a sensibilidade moral dos alunos, e levar ao reconhecimento e a preocupação com a vida, a saúde e o bem-estar de outras pessoas. No entanto, a eficácia disso está relacionada ao tipo de QSC utilizada (Sadler, 2004; Fowler, Zeidler e Sadler, 2009).

Diante desse panorama, Reis (2004), confirma a importância da abordagem de QSC no ensino de ciências, justificando não somente pelos conhecimentos que mobiliza acerca de conteúdos e procedimentos científicos e tecnológicos, mas também pelas potencialidades educativas dessas questões no que se refere ao desenvolvimento pessoal e social de professores e estudantes. Pedretti (2003) reforça que trabalhar a perspectiva CTSA a partir de QSC controversas é uma forma de repensar as limitações disciplinares dominantes no ensino de ciências, de modo que possibilita novas maneiras de construção do currículo pautado pela integração de diferentes conhecimentos pedagógicos e disciplinares.

Compreendemos questões sociocientíficas como aquelas fundamentadas na ciência que possibilita ao indivíduo a problematização da construção de conhecimentos, estimula a reflexão e a tomadas de decisão em uma determinada situação pessoal e/ou social (Kolstø, 2001; Sadler e Zeidler, 2004). Além disso, as questões sociocientíficas podem ser muitas vezes controversas quando incluem discordâncias de vários atores sobre a validade ou confiabilidade das alegações relacionadas à ciência (Kolstø, 2001). Por isso, optamos pelo termo 'questões sociocientíficas controversas'.

Martínez Pérez (2014) afirma que discutir QSC no processo de formação de professores de ciências representa um desafio, uma vez que requer preparação em questões sociais, éticas, políticas e ambientais que, embora relacionados ao conhecimento disciplinar típico da ciência, transcende esse cenário e exige trabalho colaborativo com outros professores e profissionais. Além disso, essa dificuldade dos professores abordarem questões sociocientíficas nas suas práticas pedagógicas também está relacionada à sua formação inicial durante a graduação, no qual essas questões não estão presentes nos currículos dos cursos de ciências e/ou biologia.

Portanto, se faz necessário e fundamental que a discussão sobre CTSA aconteça nos cursos de formação de professores da área de ciências por fornecer subsídios para que a/o docente pratique um ensino de ciências numa perspectiva crítica, política, de engajamento, além de contemplar conceitos e conteúdos científicos propriamente ditos. A abordagem de questões sociocientíficas torna a perspectiva CTSA um elemento relevante do currículo de ciências, o que implica comprometimento e responsabilidade social do professor para incentivar e favorecer o desenvolvimento de habilidades críticas dos estudantes, de tal forma que eles tenham a capacidade de avaliar o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade.



Acreditamos que inserção da discussão sobre CTSA na formação inicial e continuada de professores deva acontecer em diferentes espaços formativos como na universidade e nos espaços de educação não formal. Diante disso, como os museus de ciências podem ser essa ponte de diálogo para abordagem de temas CTSA com enfoque em QSC controversas na formação inicial de professores?

Compreendemos que os museus de ciências devem incorporar cada vez mais em suas ações educativas e de divulgação o pensamento crítico, o diálogo, a abordagem sobre as implicações sociais, éticas, morais e as questões de políticas públicas em suas exposições e programas (Bell, 2009). Essa visão sugere que esses locais devem estar abertos a construir debates, fóruns, diálogos com a comunidade fornecendo ao público a experiência prática com deliberação e tomada de decisões sobre questões de importância social. O caminho proposto vai à direção de promover o aumento das vozes e atores envolvidos, chamando para o diálogo entre cientistas e o público.

Por sua vez, entendemos que assim como nas escolas, pode ser difícil para a os museus promoverem experiências interdisciplinares. É difícil “desafiar as imagens politicamente seguras, estéreis e de autoridade da ciência e tecnologia geralmente encontradas em centros e museus de ciência” (Pedretti, 2002, p. 10), promovendo altos níveis de confiança da comunidade ou promovendo o museu como um destino turístico divertido (Stapp, 1998). E ainda, quando QSC são abordadas em exposições, as pessoas são convidadas a examinar suas atitudes, valores, emoções e crenças centrais (Rees, 2003) e isso implica em lidar com sua própria posição sobre esses tópicos (Pedretti e Navas-Iannini, 2018).

Buscando enfrentar esses e outros desafios, ressaltamos a importância da formação de professores com viés para educação não formal, permitindo assim que os museus entrem na pauta de um ensino de ciências de qualidade, além de ampliar a atuação competente do profissional de educação em ciência (Pugliese e Marandino, 2015). Apostamos que uma visita ao museu de ciências pautada numa perspectiva CTSA com enfoque em questões sociocientíficas controversas pode potencializar o caráter transformador do ensino, trazendo possibilidades inovadoras e reflexivas que possam impactar a sala de aula. Entendemos que, mesmo que os museus não ofereçam exposições críticas (Pedretti, 2002), um professor com uma formação que valoriza as questões CTSA, poderá promover e explorar as questões abordadas nas exposições com um olhar interdisciplinar, contextualizado, com um pensamento crítico, possibilitando a tomada de decisões conscientes sobre questões que envolvem a sua própria vida e a sociedade.

Metodologia

Este trabalho se insere no âmbito das pesquisas qualitativas desenvolvidas no campo da educação em museus (Bailey et al., 1998; Diamond, 1999). Os participantes da pesquisa foram, ao todo, 123 professores em formação inicial do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo, que participaram de duas disciplinas, a Metodologia do Ensino de Ciências Biológicas I e a Metodologia do Ensino de Ciências Biológicas II, ministradas em dois semestres na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo/FEUSP. Os professores em



formação inicial foram divididos em grupos em ambas as disciplinas para o desenvolvimento das atividades pedagógicas solicitadas.

As disciplinas privilegiaram conteúdos teóricos e metodológicos sobre os temas da alfabetização científica, das relações entre CTSA, das questões sociocientíficas e controversas no contexto dos museus de ciências. Além disso, foram também abordados conteúdos relacionados ao planejamento de visitas escolares a museus, a recepção do público em geral por educadores nesses locais. Fez ainda parte das disciplinas a realização de visitas técnicas a um museu de ciência, em cada disciplina. Na Tabela 1 apresentamos a proposta didática da disciplina, destacando como foi estruturada as iniciativas de coleta de dados e caracterizando as ações de investigação realizadas pelos professores em formação inicial.

Tabela 1: Roteiro da proposta didática para os professores em formação inicial em Biologia

Atividades de pesquisa relacionadas à formação inicial de professores na Faculdade de Educação da USP		
Disciplinas	Metodologia do Ensino de Ciências Biológicas II (MET II)	Metodologia do Ensino de Ciências Biológicas I (MET I)
Período	2º sem 2018 (1 turma)	1º sem de 2019 (2 turmas)
Grupo	10 grupos	13 grupos
Conteúdo: Alfabetização científica, relações CTSA e temas sociocientíficos controversos em contextos de museus de ciências		
Museus visitados: Museu de Zoologia da USP		Museu de Microbiologia do Instituto Butantan
As propostas didáticas deveriam atender os seguintes atributos:		As atividades educativas deveriam contemplar uma de três modalidades didáticas diferentes:
Conter uma questão sociocientífica controversa, que gerasse uma discussão na qual a abordagem CTSA pudesse ser explorada;		A - Desenvolvimento de uma proposta de atividade de mediação do professor da turma ou de um educador do museu, a ser realizada com alunos da educação básica;
Apresentar quais indicadores de alfabetização científica em museus a proposta didática contempla, seguindo um modelo proposto por Marandino et al. (2018)		B - Desenvolvimento de uma proposta de atividade de mediação do educador do museu, a ser realizada com público em geral;
Serem específicas para o MZUSP ou MMB-IBu, tratando direta ou indiretamente com a exposição presente.		C - Desenvolvimento de um roteiro de visita para ser usado pelo público em geral durante a exploração da exposição, sem a mediação do educador do museu.

Fonte: Autores (2019)

As fontes de dados da pesquisa incluíram: caderno de campo, registros em fotografias, áudio e vídeo das apresentações das propostas de atividades pelos grupos e os materiais da apresentação e os produtos desenvolvidos por eles. Para o desenvolvimento das propostas os grupos deveriam produzir sequências didáticas (no caso de visitas escolares organizadas pelos professores) ou roteiros de visita (no caso de mediação realizada pelos monitores dos museus)



que explorassem o uso dos museus de ciências selecionados na perspectiva CTSA a partir de questões sociocientíficas controversas.

Com relação aos dados coletados, utilizamos a análise de conteúdo (Bardin, 2011) associada a estratégias indutivas, sendo que as dimensões que aqui apresentamos emergiram da interpretação dos dados obtidos à luz das discussões sobre CTSA.

Resultados e discussão

O objetivo central deste trabalho foi caracterizar os temas, as estratégias didáticas, os desafios e as potencialidades que os professores em formação inicial apontaram ao desenvolver atividades pedagógicas ao longo de duas disciplinas que tiveram como foco as relações CTSA e os temas controversos na relação com os museus. Dessa forma, apresentamos algumas reflexões a partir dos dados coletados, focalizando nesse momento a análise inicial das atividades educativas produzidas pelos grupos de professores em formação inicial das referidas disciplinas, a partir das visitas feitas respectivamente ao Museu de Zoologia da USP e ao Museu de Microbiologia do Instituto Butantan.

Um primeiro dado relevante diz respeito aos temas escolhidos pelos professores em formação para o desenvolvimento das suas propostas de atividades. As orientações fornecidas indicavam que os temas deveriam ter relação com os conteúdos abordados nas exposições dos museus, mas que não precisavam ser exatamente iguais a forma com que estes estavam sendo abordados nestes locais. Desse modo, os temas propostos foram organizados por nós em três grandes grupos (Tabela 2): **I) Temas relacionados à instituição museal:** incluíram propostas sobre como as exposições de museus são feitas, quem decide e que aspectos estão envolvidos nessas seleções, além das dimensões éticas relacionados ao papel dos museus na sociedade. Como exemplo, citamos a atividade intitulada “Diversidade, bioética e o papel dos museus” em que os professores em formação inicial tinham como objetivo, ao desenvolvê-la, questionar a importância das coleções do museu e suas relações com a conservação da biodiversidade. Esta atividade foi elaborada a partir da visita ao Museu de Zoologia da USP que tem como missão a preservação da biodiversidade brasileira. Percebe-se que o tema desse grupo não estava explícito na exposição deste museu, e foram propostos por eles a partir da temática geral do museu. Uma hipótese para explicar a escolha desta temática pelo grupo refere-se ao fato de que aspectos sobre a história dos museus e as especificidades pedagógicas das exposições foram conteúdos trabalhados durante a parte teórica da disciplina; **II) Temas relacionados à conceitos científicos e sua relação com a sociedade:** foi a maioria das propostas selecionadas pelos grupos e envolveram temas como origem da vida, vacinas, antibióticos, automedicação e superbactérias e conservação da biodiversidade. Identificamos que alguns desses temas estavam explícitos nas exposições, mas outros foram propostos pelos grupos sem estarem presentes explicitamente na exposição, ampliando assim os conteúdos propostos pelo museu. Foi o caso dos temas sobre antibióticos e automedicação e superbactérias; e **III) Temas relacionados à imagem da ciência e de seu processo de produção:** apareceram aqui temas relacionados à natureza da ciência e a imagem dos cientistas e incluíram a discussão sobre o



papel e atuação das mulheres na ciência e a valorização de cientistas brasileiros, a diferença entre caça e coleta na pesquisa zoológica e as discussões sobre as diferentes hipóteses relacionadas à extinção das espécies. No caso desses temas, mesmo que eles estivessem pontualmente citados nas exposições, as propostas dos professores em formação ampliaram a perspectiva trazida, enfatizando aspectos relacionados à natureza da ciência, os quais eram pouco explorados no espaço expositivo dos dois museus. Neste caso, destacamos a atividade “Descobrimos as vacinas”, pois o tema vacina é abordado na exposição do Museu de Microbiologia de forma sucinta, a partir de alguns exemplares de frascos e de aspectos sobre a história do evento chamado “Revolta da Vacina”. No entanto, a exposição não aborda o processo de desenvolvimento da vacina, foco principal da atividade desenvolvida pelo grupo.

Tabela 2: Classificação dos temas abordados nas propostas dos professores

Categorias	Títulos das atividades
Temas relacionados à instituição museu	<ul style="list-style-type: none">- Quem montou essa exposição?;- Diversidade, Bioética e o Papel do Museu
Temas relacionados à conceitos científicos e sua relação com a sociedade	<ul style="list-style-type: none">- Origem da vida: uma sequência didática;<ul style="list-style-type: none">- Origem da vida;- Origem da vida: já pensou nisso?;- Urbanização na Mata Atlântica;- Caça ao Bioma;- Caça: uma ameaça a biodiversidade?- Proposta de uma Atividade Educativa MZUSP;- Alfabetização científica sobre temas controversos: UCs no MZUSP;<ul style="list-style-type: none">- Descobrimos as vacinas;- Impactos da microbiologia;- Antibióticos: você está usando corretamente?<ul style="list-style-type: none">- Resistência a antibióticos;- Impactos da microbiologia;- Automedicação e Superbactérias;<ul style="list-style-type: none">- Uma noite no museu;- Os microorganismos e a edição genômica no cotidiano.
Temas relacionados à imagem da ciência e de seu processo de produção	<ul style="list-style-type: none">- Afinal, onde estão as mulheres na ciência?- Quem são os cientistas brasileiros? Representatividade das mulheres e pessoas negras na ciência;<ul style="list-style-type: none">- Conservação e Natureza da Ciência- Preservar a Ciência para conservar a vida;- Hipóteses sobre a extinção do Cretáceo;- O crânio de tapuiassauro do MZUSP e as funções dos museus

Fonte: Autores (2019)



Ao todo foram elaboradas 23 propostas didáticas, sendo que algumas delas que trouxeram novas possibilidades temáticas para além das apresentadas pelos museus, evidenciando assim o potencial do trabalho dos professores e dos educadores de museus com seus alunos e com os demais visitantes dos museus, ao se pautarem nas perspectivas da AC, da abordagem CTSA e das questões sociocientíficas controversas.

Em relação às estratégias didáticas utilizadas pelos professores em formação inicial para o desenvolvimento das suas propostas de atividades, essas foram distribuídas dentro das três modalidades propostas nas disciplinas: **A – atividade voltada para o professor com seus alunos:** foram no total de 7 atividades, sendo 2 - MET II e 5 - MET I. Neste caso a grande maioria dos grupos estruturou a sua proposta na forma de sequência didática, dividida em aulas que ocorreriam na escola e durante uma visita ao museu; **B – atividade voltada para o educador do museu voltada para o público em geral:** foram 9 atividades, sendo 4 – MET II e 5 MET I. Aqui foram os grupos organizaram as atividades na forma de roteiros que envolviam a exploração de aparatos das exposições, seguidos de debates, intervenções artísticas e desenhos; e, **C – roteiro de visita para o visitante espontâneo, sem mediação:** foram 7 atividades, sendo 4 – MET II e 3 MET I. Nesta modalidade todos os grupos produziram “folders” para serem usados em visitas autoguiadas pelo visitante. Um exemplo foi a atividade de exploração de diferentes hipóteses e das evidências para a extinção em massa no Período Cretáceo, tema este presente na exposição do Museu de Zoologia da USP.

Um outro dado que apresentamos como resultado refere-se aos desafios e potencialidades apontados pelos professores em formação inicial para o desenvolvimento das propostas de atividades na perspectiva solicitada. Nas apresentações das propostas desenvolvidas, os professores deveriam indicar quais os desafios e potencialidades encontrados na elaboração e na possibilidade da implementação das mesmas. Os argumentos dos professores em formação inicial foram reunidos em três categorias buscando contemplar os diferentes fatores que poderiam limitar ou contribuir para a execução das atividades, na visão deles.

A primeira categoria, **I) recursos didáticos e de planejamento:** diz respeito aos potenciais e desafios relacionados à execução da atividade, como o tempo de realização, a disponibilidade de equipamentos, a acessibilidade e as questões envolvendo a confecção de materiais de apoio como “folders”, vídeos, etc. Além disso, foram feitas ponderações sobre quais as prováveis contribuições da atividade para o processo de aprendizagem do público, considerando as características das visitas aos museus. Na segunda categoria, **II) motivação e engajamento do público,** considerou-se o envolvimento do público com os conteúdos e com as discussões e a postura e estratégias adotadas pelo educador e/ou professor, já que neste caso foi destacado que as atividades não teriam o mesmo potencial se o público não participasse e se envolvesse com as ações propostas. Por fim, na terceira categoria, **III) questões sociocientíficas controversas,** foram contempladas a complexidade relacionada às características dos temas discutidos em cada proposta, que podem influenciar na sua execução. Nesse caso, destacados elementos como a forma como eles são inseridos no debate, a relação e empatia do tema com o público e com os educadores e professores e as possíveis contribuições que a atividade pode oferecer para a formação de uma visão contextualizada da ciência.



A seguir, apontamos algumas das potencialidades e dos desafios indicados pelos professores em formação para cada categoria:

I) recursos didáticos e de planeamento

Potencialidades: os professores em formação inicial mencionaram a abrangência de assuntos que não seriam vistos numa visita desacompanhada (do professor ou do educador do museu) ou sem material de apoio; a possibilidade da interatividade promovida pelas exposições; o desenvolvimento do pensamento crítico; a apresentação de diferentes pontos de vista e a possibilidade de abranger diferentes tipos de públicos (escolar e espontâneo).

Desafios: aqui os professores incluíram aspectos relativos a ter ou não um protocolo ou roteiro de atividade fechado, levando em conta os imprevistos, a necessidade de considerar a logística do museu (por exemplo, horários de visita, tipo de público, dias de maior público, etc.), o fato de que algumas modalidades de visita, como a visita-descoberta por exemplo (onde o público é instigado a realizar uma tarefa ao longo da visita), dependem do interesse do público (Grinder e McCoy, 1985). Os professores em formação inicial mencionaram também questões de manejo do tempo de cada parte da atividade proposta e o controle do público, conseguindo ou não manter a discussão proposta dentro do tópico desejado.

II) motivação e engajamento do público

Potencialidades: foram mencionados aspectos sobre a diversidade de maneiras de engajar o público; a utilização das tecnologias e aparatos existentes no espaço para desenvolver a atividade e a possibilidade de inovação nos usos dos materiais presentes no museu.

Desafios: neste item chamam atenção aos desafios de prender a atenção do público, de estimular o interesse e a participação na atividade. Muitos grupos destacaram que em situações de visita aos museus não é fácil levar os visitantes - alunos de escolas ou público em geral - a se interessar pela mesma atividade por muito tempo o que implica em fazer o planeamento de forma cuidadosa e estar atento ao número de visitantes por atividade. Também destacaram os desafios de promover o “senso crítico” nos visitantes.

III) questões sociocientíficas controversas

Potencialidades: os professores mencionaram as possibilidades de discutir a natureza da ciência como aplicações e práticas; de questionar aspectos éticos; de promover a sensibilização e pensamento crítico; de incentivar a participação ativa e de apresentar diferentes pontos de vista.

Desafios: grande parte dos desafios se concentraram neste item. Foram destacados problemas como no caso do público trazer informações não esperadas ou respostas discordantes das



imaginadas pelo professor ou educador. Um aspecto muito destacado foi o desafio do professor ou educador do museu abordar o tema sem encerrar a discussão defendendo a sua posição como a verdadeira. Este desafio, segundo eles, revela dúvidas sobre se a ciência deve ter o maior peso no debate e em como considerar o conhecimento pessoal e os diferentes pontos de vista do público e colocá-los em diálogo. Também comentaram sobre a dificuldade de aprofundamento do tema controverso escolhido, pois em geral as QSC controversas são heterogêneas e envolvem aspectos éticos e de inclusão social, chamando atenção para o fato de que a interdisciplinaridade dos temas exige domínio do educador da atividade em assuntos diversos. Ainda indicaram os riscos do debate acabar apontando para soluções fáceis em relação a situações complexas e de pensar as controvérsias de forma muito maniqueísta, comentando a dificuldade de manter a imparcialidade em conflitos que envolvem, por exemplo, ciência e religião. Falaram da própria dificuldade de abordar um tema na perspectiva da controvérsia já que é possível desenvolver os temas propostos sem necessariamente trazer à tona seus aspectos polêmicos, focalizando apenas sua dimensão conceitual. Como exemplo citaram o caso das vacinas, pois seria possível elaborar a atividade toda ignorando que este é um tema que envolve diferentes posições na sociedade. Destacaram ainda que às vezes existe uma incompatibilidade entre o conhecimento científico acadêmico mostrado na exposição e aquele referente ao senso comum, o que pode gerar desconfiança do público quanto a veracidade do conteúdo trabalhado no museu e do papel dessas instituições. Apontaram também o risco das discussões caírem em posicionamentos políticos polarizados entre “esquerda” e “direita” ou mesmo questionando privilégios de grupos sociais, promovendo adesão ou rejeição dos visitantes.

Os caminhos tortuosos do trabalho com questões sociocientíficas controversas na formação inicial de professores na relação com os museus

Nosso objetivo neste texto envolveu caracterizar os temas, as estratégias didáticas e os desafios e potencialidades que os professores apontam ao participar de disciplinas de formação inicial que envolvem a elaboração de propostas de atividades didáticas com foco na AC, nas relações CTSA e nas QSC controversas, envolvendo visitas à museus de ciências. Nossos resultados revelam ser esse trabalho cheio de dificuldades, desafios, conflitos e tensões, mas também repleto de potencialidades, apontando para a complexidade das questões envolvidas nesse processo.

Em relação aos temas selecionados pelos professores em formação verificamos que esses, obviamente, possuem majoritariamente relação direta com as exposições. Contudo, os enfoques dados pelos grupos revelaram outras abordagens e, em alguns casos, o surgimento de outros temas não tratados nas exposições. Neste sentido o conjunto de experiências promovidas pela disciplina envolvendo os aspectos conceituais relacionados à AC, à perspectiva CTSA e às QSC controversas e a visita aos museus com o olhar direcionado para estas temáticas teve o potencial de promover a ampliação e a abordagem mais críticas dos temas das exposições, os quais raramente são tratadas nestas perspectivas (Pedretti, 2002; Contier, 2009; 2018; Marandino et al, 2016). Este dado aponta para a relevância de uma reflexão sobre os conteúdos apresentados



nos museus a partir do referencial teórico proposto nesta pesquisa durante processo de formação de professores. E, ainda, aponta para a potencialidade no surgimento de abordagens críticas e contextualizadas dos conteúdos, que revelam suas dimensões sociais e políticas no desenvolvimento de atividades educativas pelos professores em formação explorando as relações CTSA na relação com os museus.

Ao escolherem um tema e abordagem na perspectiva das relações CTSA e das questões sociocientíficas controversas, percebemos que esses professores em formação experimentaram alguns dos aspectos destacados por Sadler, et al. (2007), como trabalhar o raciocínio sociocientífico que acontece quando os alunos reconhecem informações que não estão disponíveis sobre um problema, bem como consideram maneiras pelas quais essas informações podem ser geradas; analisam um problema e possíveis soluções a partir da perspectiva de diferentes partes interessadas e trabalham a capacidade de identificar as principais fontes que possam influenciar as informações ou a apresentação de informações sobre um problema ou soluções.

Nesse sentido, a experiência didática de desenvolvimento da atividade a partir das variáveis propostas na pesquisa que aqui apresentamos (referencial teórico-metodológico articulado à visita a museus) conseguiu ir além do entendimento conceitual dos conteúdos abordados, auxiliando os professores em formação a se posicionarem, a refletir sobre aspectos éticos e morais envolvidos na ciência e demonstrarem melhores práticas de argumentação. A profundidade em que os temas foram trabalhados pelos professores em formação e os aspectos da perspectiva CTSA que foram evidenciados nas atividades são dados que pretendemos analisar em estudos posteriores. Contudo, é relevante perceber que os professores em formação inicial, ou seja, os alunos e alunas de licenciatura com pouca ou nenhuma experiência como professores ou educadores de museus, foram também capazes de apontar a complexidade de abordar um tema na perspectiva da controvérsia. Como indicaram, muitas vezes a ênfase se dá no eixo conceitual da AC (Sasseron, 2011), quando é possível desenvolver os temas propostos nas atividades focalizando apenas sua dimensão conceitual. Os licenciandos apontaram ainda a possibilidade de ocorrer uma incompatibilidade entre o conhecimento científico mostrado na exposição e aquele referente ao senso comum, tópico este abordado na literatura ao discutir a diferença de natureza dos vários tipos de conhecimentos e os desafios que isso implica em processos de educação (Nielsen, 2013), o que pode gerar desconfiança do público sobre o museu e o seu papel. E ainda, o destaque dado ao risco das discussões caírem em posicionamentos políticos polarizados promovendo adesão ou rejeição dos visitantes revelam o quão desafiante é o desenvolvimento da perspectiva que aqui defendemos e como a reflexão sobre elas é relevante na formação inicial de professores.

Quanto às estratégias didáticas, percebemos que as propostas de atividades desenvolvidas pelos grupos levaram em conta as tanto a perspectiva teórica assumida por nós como também as especificidades da educação em museus. Muitas propostas usaram como estratégia a sequência didática, em que as etapas da atividade começam e acabam na escola, sendo a visita ao museu parte dela. Isso é, em parte, reflexo dos conteúdos trabalhados nas disciplinas, que consideraram os momentos antes, durante e depois como orientação para organização da visita ao museu proposta por (Allard et al., 1995). Refletir e planejar as etapas de uma visita ao museu é um ponto fundamental para qualificar as visitas a esses espaços pelos professores, valorizando o potencial



educativo desses locais. Além disso, outras propostas utilizaram diferentes tipos de visita aos museus como as visitas dirigidas pelos educadores de museus, que possibilitam a possibilidade de participação e engajamento dos visitantes, já que pressupõe um roteiro com questionamentos, fomentando o debate. E ainda as visitas autoguiadas utilizando como recurso, por exemplo, “folders” e roteiros com foco em tópicos específicos, conforme foi proposto na disciplina. De acordo com Marandino (2008) a visita dirigida foi possível ainda perceber que as propostas de atividades consideraram dois pontos fundamentais para trabalhar questões sociocientíficas controversas: a participação e o engajamento do público e do professor em diferentes momentos da atividade e a abordagem de alguns elementos que já foram destacados no referencial voltado ao mapeamento de controvérsias proposto por Venturini (2010), como as características dos temas selecionados. Este autor destaca que é importante, na escolha da controvérsia, que o tema deve ser “bom” para gerar o debate, que deve-se fazer consulta a diferentes fontes de informação para o tópico a ser debatido e que deve-se levantar ao máximo os diferentes atores envolvidos na controvérsia, bem como seus argumentos e suas diferentes posições. Percebemos que esses critérios foram considerados em alguns casos pelos licenciandos, o que acabou gerando a manifestação por eles do desafio sobre «fechar» ou não a controvérsia apresentando uma posição como verdadeira.

Consideramos assim que os dois elementos apontados - o engajamento do público e do professor e a abordagem dos temas controversos no sentido de promover o diálogo de saberes - se constituem como referências importantes para os professores trabalharem e proporem atividades que lidem com AC, CTSA e QSC controversas em parceria entre museu e escola. Mas para isso ocorra é fundamental a inserção desses conteúdos no currículo de formação inicial de professores, como ressaltam Marandino, Pugliese e Oliveira (2019).

Conclusões finais

São vários os desafios elencados pelos professores em formação inicial e destacamos dois deles para breves comentários neste item final. O primeiro refere-se a dificuldade apontada em abordar um tema na perspectiva da controvérsia já que é possível desenvolver a atividade sem necessariamente trazer à tona seus aspectos polêmicos. Considera-se que este aspecto é relevante na medida em que, como indicamos no levantamento dos temas, as exposições, em geral, não exploram a abordagem das questões sociocientíficas controversas, favorecendo que o público, entre eles os professores, também não explorem os conteúdos expositivos nessa perspectiva ao visitarem os museus. Esse dado problematiza a questão sobre o papel dos museus e sua contribuição na perspectiva aqui proposta, sendo esta uma reflexão necessária para os educadores dos museus e para as pesquisas nesse campo.

O segundo dado que gostaríamos de comentar e que nos parece um resultado bastante promissor deste projeto diz respeito ao desafio de abordar o tema controverso sem encerrar a discussão, ou seja, sem que o professor ou educador tome uma posição sobre a controvérsia em jogo. Esse aspecto leva a problematização sobre se a ciência deve ter o maior peso no debate de temas sócio-científicos e sobre a própria questão ética em se considerar o conhecimento pessoal dos participantes do debate



e os diferentes pontos de vista do público. Nesse sentido, um ponto destacado por Pedretti et al. (2008) em seu estudo sobre a perspectiva CTSA na formação de professores de ciência é que uma das tensões relatadas por eles diz respeito à necessidade do professor manter a neutralidade sobre o assunto discutido, trazendo diferentes fontes e perspectivas para não impor suas próprias ideias e opiniões. Além disso, enfatiza que quando os educadores trabalham questões controversas enfrentam o desafio de reconhecer o relativismo, os preconceitos e a doutrinação, ao mesmo tempo em que consideram valores alternativos (Pedretti, 2003). A problemática evidenciada aqui parece ser ainda pouco explorada na literatura, considerando os levantamentos feitos por nós até o momento. Alguns trabalhos abordam os aspectos sobre os pesos dados aos vários atores envolvidos na controvérsia e a discussão sobre a natureza dos argumentos de cada ator (Sadler, 2004) e do peso do discurso da ciência e das evidências no desenvolvimento de aspectos controversos na educação. Aqui levantamos um aspecto referente ao que estamos chamando de “tratamento didático” da controvérsia, ou seja, sobre os aspectos que devem ser considerados como princípios educacionais para o trabalho educativo com temas controversos em espaços não formais.

Os programas de formação de professores desempenham um papel fundamental para ajudar os futuros professores a entender e ensinar sobre a educação CTSA, bem como promover o interesse e a utilidade das questões sociocientíficas controversas, estimulando a emancipação do aluno como profissional docente e o seu desenvolvimento intelectual. Defendemos, portanto que não é possível pensar a formação inicial e continuada de professores sem levar em consideração o papel das instituições de educação não formal, especialmente os museus, nesse processo formativo, considerando sobretudo um modelo de formação centrado no engajamento, na discussão de temas atuais e no exercício de práticas pedagógicas inovadoras. Possibilidades formativas em museus, seja na formação inicial ou continuada, que tenham como temática questões sociocientíficas controversas, geram reflexões importantes e legitimam essas instituições como espaços educativos (e formativos) essenciais no processo de AC de professores.

Referências

- Allard, M., Larouche, M., Lefebvre, B., Meunier, A., & Vadeboncoeur, G. (1995). *La visite au Musée. Réseau*. Pp. 14-19.
- Auler, D. (2002). *Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Bailey, E., Bronnenkant, K., Kelley, J., & Hein, G. E. (1998). Visitors Behavior at a Constructivist Exhibition: Evaluation Investigate! at Boston's Museum of Science. In: Dufresne-Tassé, C. (Org) *Évaluation et education muséale: nouvelles tendances*. ICOM/CECA.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Editora 70.
- Bell, L. (2009). Engaging the Public in Public Policy, *Museums & Social Issues*, 4(1), 21-36. DOI: 10.1179/msi.2009.4.1.21
- Contier, D. (2009). *Relações entre ciência, tecnologia e sociedade em museus de ciências*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. DOI:10.11606/D.48.2009.tde-10092009-145205.



- Contier, D. (2018). *A ação de educadores-mediadores de museus e exposições em controvérsias sociotécnicas*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.
- Delicado, A. (2009). Scientific controversies in museums: notes from a semi-peripheral country. *Public Understanding of Science*, 18(6), 759-767. DOI: 10.1177/0963662508098577
- Diamond, J. (1999). *Practical Evaluation Guide – Tools for Museum & Other Informal Educational Settings*. United States: Altamira Press.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2012). *The Museum Experience Revisited*. Walnut Creek, CA: Left Coast Press. 416 pages.
- Fowler, S., Zeidler, D.L., & Sadler, T. D. (2009). Moral sensitivity in the context of socio-scientific issues in high school science students. *International Journal of Science Education*, 31, 279-296.
- Grinder, A. L., & McCoy, E. S. (1985). *The Good Guide: A Sourcebook for Interpreters, Docents and Tour Guides*. Scottsdale, AZ: Ironwood Press.
- Hodson, D. (2003). Time for Action: Science Education for an Alternative Future, *International Journal of science Education*, 25(6), 645–670.
- Hodson, D. (2013). Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13(4), 313-331. DOI: 10.1080/14926156.2013.845327
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- Marandino, M. (2005). *A Pesquisa Educacional e a Produção de Saberes nos Museus de Ciências*. História, Ciências, Saúde-Manguinhos, Rio de Janeiro, 12, p. 161-181.
- Marandino, M. (Org.)(2008). *Educação em museus: a mediação em foco*. <http://www.geenf.fe.usp.br/v2/wp-content/uploads/2012/10/MediacaoemFoco.pdf>
- Marandino, M. (2009). Museus de Ciências, Coleções e Educação: relações necessárias. *Museologia e Patrimônio*, 2(2), p. 1-12.
- Marandino, M., Contier, D., Navas, A. N., Bizerra, A., & Neves, A. L. C das (2016). *Controvérsia em Museus de Ciências: reflexões e propostas para educadores*. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- Marandino, M., Norberto Rocha, J., Cerati, T. M., Scaffi, G., de Oliveira, D., & Fernandes Lourenço, M. (2018). Ferramenta teórico-metodológica para o estudo dos processos de alfabetização científica em ações de educação não formal e comunicação pública da ciência: resultados e discussões. *Journal of Science Communication – América Latina*, 01(01), A03, 1-24. DOI: 10.22323/3.01010203.
- Marandino, M., Pugliese, A., & Oliveira, I. S. (2019). Formação de professores, museus de Ciências e relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. In: M. B. Rocha; R. D. V. L. de Oliveira. (Org.). *Divulgação científica: textos e contextos* (pp. 37-48), São Paulo: Livraria da Física.
- Martínez Pérez, L. F. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 36, 77-94. DOI: 10.17227/01213814.36ted77.94
- Nielsen, J. A. (2013). Delusions About Evidence: On Why Scientific Evidence Should Not Be the Main Concern in Socioscientific Decision Making. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13(4), 373-385. DOI: 10.1080/14926156.2013.845323
- Pedretti, E. (2002). Kuhn meets T. Rex: Critical conversations and new directions in science centres and science museums. *Studies in Science Education*, 37(1), 1-41. DOI: 10.1080/03057260208560176



- Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: D. Zeidler (Org). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 219-239.
- Pedretti, E. G., Bencze, L., Hewitt, J., Romkey, L., & Ashifa, J. (2008). Promoting Issues-based STSE Perspectives in Science Teacher Education: Problems of Identity and Ideology. *Science & Education*, 17, 941-960. DOI: 10.1007/s11191-006-9060-8
- Pedretti E., & Navas-Iannini A. M. (2018). Pregnant Pauses: Science Museums, Schools and a Controversial Exhibition. In: D. Corrigan, C. Bunting, A. Jones & J. Loughran (eds) *Navigating the Changing Landscape of Formal and Informal Science Learning Opportunities*. Springer: Cham, pp. 31-49.
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field forty years on. *Science Education*, 95(4), 601-626. DOI: 10.1002/sce.20435
- Pugliese, A. (2015). *Os museus de ciências e os cursos de licenciatura em ciências biológicas: o papel desses espaços na formação inicial de professores*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo. DOI: 10.11606/T.48.2016.tde-05042016-132945
- Pugliese, A. & Marandino, M. (2015). Os museus de ciências como componente curricular dos cursos de licenciatura: uma análise sociológica. In: *Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - ENPEC*. Águas de Lindóia/SP.
- Rees, W. E. (2003). Impeding sustainability? The ecological footprint of higher education. *Planning for Higher Education*, 31, 88-98.
- Reis, P. (2004). *Controvérsias sociocientíficas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da Terra e da vida*. Tese de Doutorado, Universidade de Lisboa.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536. DOI: 10.1002/tea.20009
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391. DOI: 10.1007/s11165-006-9030-9
- Sadler, T. D. & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88, 4-27. DOI:10.1002/sce.10101
- Santos, W. L. P., & Auler, D. (2011). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77.
- Stapp, C. B. (1998). Museums and community development. *Curator: The Museum Journal*, 41, 228-234.
- Venturini, T. (2010). Diving in Magma: How to Explore Controversies with Actor-Network Theory. *Public Understanding of Science*, 19(3), 258-273.
- Yaneva, A., Rabesandratana, T. M., & Greiner, B. (2009). Staging scientific controversies: a gallery test on science museums' interactivity. *Public Understanding of Science*, 18(1), 79- 90. DOI: 10.1177/0963662507077512
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009) Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal Elementary Science Education*, 21(2), 49-58. DOI: /10.1007/BF03173684
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S., & Callahan, B. E. (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 74-101.