

COOL DOWN OU HEAT UP? A ESCOLHA DE TEMAS SOCIOCIENTÍFICOS CONTROVERSOS POR PROFESSORES EM FORMAÇÃO NA RELAÇÃO COM MUSEUS DE CIÊNCIAS¹

COOL DOWN OR HEAT UP? THE CHOICE OF CONTROVERSIAL SOCIO-SCIENTIFIC THEMES BY PRE-SERVICE TEACHERS IN THE RELATIONSHIP WITH SCIENCE MUSEUMS

COOL DOWN OR HEAT UP? LA ELECCIÓN DE TEMAS SOCIOCIENTÍFICOS CONTROVERTIDOS POR PROFESORES EN FORMACIÓN EN RELACIÓN CON LOS MUSEOS DE CIENCIAS

PEDRO DONIZETE COLOMBO JUNIOR^I

EDUARDO DANTAS LEITE^{II}

MARTHA MARANDINO^{III}

^IUniversidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba/MG - Brasil

^{II}Universidade Federal do ABC, Santo André/SP - Brasil

^{III}Universidade de São Paulo (USP), São Paulo/SP - Brasil

RESUMO As relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) são frequentes no cotidiano das pessoas, sendo a alfabetização científica essencial para a plena participação do cidadão na sociedade. Os museus de ciências, enquanto espaços de divulgação da cultura, apresentam-se como importantes ambientes para o ensino e a divulgação da Ciência e da Tecnologia, propiciando acesso à cultura científica, em especial, aos debates sobre questões sociocientíficas controversas. Objetivamos analisar a escolha de temas e conteúdos de professores em formação (licenciandos) quando do planejamento de atividades com foco nas relações CTSA e em temas sociocientíficos controversos a partir de visitas à museus de ciências.

PALAVRAS-CHAVE: RELAÇÕES CTSA; FORMAÇÃO DE PROFESSORES; MUSEUS DE CIÊNCIAS; QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS CONTROVERSAS.

¹ Esta pesquisa contou com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Proc. nº 2018/13550-2) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Proc. nº 406088/2018-7).

ABSTRACT The relations between Science, Technology, Society and Environment (STSE) are frequent in people's daily lives, and scientific literacy is essential for the full participation of citizens in society. Science museums, as spaces for the dissemination of culture, present themselves as important environments for the teaching and dissemination of science and technology, providing people with access to scientific culture, especially debates on controversial socio-scientific issues. This research aimed to analyze the choice of themes and content by teachers in training when planning activities with a focus on STSE relations and on controversial socio-scientific themes from visits to science museums.

KEYWORDS: STSE RELATIONS; TEACHER TRAINING; SCIENCE MUSEUMS; CONTROVERSIAL SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES.

RESUMWN Las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente (CTSA) son frecuentes en la vida cotidiana de las personas, y la alfabetización científica es fundamental para la plena participación de los ciudadanos en la sociedad. Los museos de ciencia, como espacios de difusión de la cultura, se presentan como entornos importantes para la enseñanza y difusión de la ciencia y la tecnología, dando acceso a las personas a la cultura científica, especialmente a debates sobre temas sociocientíficos controvertidos. Esta investigación tuvo como objetivo analizar la elección de temas y contenidos por parte de los profesores en formación al planificar actividades con un enfoque en las relaciones CTSA y en temas socio-científicos controvertidos de las visitas a los museos de ciencia.

PALABRAS CLAVES: RELACIONES CTSA; FORMACIÓN DE PROFESORES; MUSEOS DE CIENCIA: TEMAS SOCIO-CIENTÍFICOS CONTROVERTIDOS.

INTRODUÇÃO

Vivemos em uma sociedade em que o cidadão é constantemente colocado diante de novos desafios relacionados à ciência e à tecnologia. Um contexto em que a Alfabetização Científica (AC) se apresenta como elemento básico para a compreensão e a participação cidadã em um mundo cada vez mais tecnológico. Não raramente, o entendimento sobre a epistemologia do conhecimento científico, o que baliza a interpretação e a tomada de decisões públicas ou pessoais, confronta-se com temáticas científicas, em especial, com as chamadas Questões Sociocientíficas Controversas (QScC), presentes na sociedade.

A compreensão de QScC distancia-se da denominada “ciência pronta” e se coloca na direção de uma “ciência em construção” (LATOURET, 1987; KOLSTØ, 2001), ou seja, em um campo aberto de posicionamentos que oferecem discussões de cunho epistemológico, mas também social, cultural, político e econômico. Colombo Junior e Marandino (2020) argumentam que QScC

[...] são temáticas multidisciplinares e complexas, as quais não se têm respostas óbvias e possuem impactos consideráveis na sociedade e na vida das pessoas. São assuntos que geram o confronto de ideias e que favorecem o desenvolvimento de habilidades de argumentação para o posicionamento do indivíduo na sociedade [...] as questões sociocientíficas, por se situarem na relação entre a ciência

e a sociedade, envolvem incertezas, podem contradizer sistemas de valores, tem potencial de estimular a análise crítica e necessitam, muitas vezes, da tomada de decisões urgentes (COLOMBO JUNIOR; MARANDINO, 2020, p. 2-3).

Como pontua Kolstø (2001), QScC trazem consigo discrepâncias “relacionadas às avaliações divergentes de vários atores sobre a validade ou confiabilidade das reivindicações relacionadas à ciência envolvidas” (KOLSTØ, 2001, p. 292), por exemplo, em questões envolvendo a saúde, como vacinação, uso de medicamentos, aborto ou ainda, em questões relacionadas a fatores ambientais como aquecimento global, mudanças climáticas, entre outros.

Um grande número de pesquisas envolvendo questões sociocientíficas tem sido desenvolvido (PEDRETTI, 2002; SADLER, 2004; SIMONNEAUX, 2011; SIMONNEAUX, 2014). Algumas investigações têm tipificado tais discussões de “Questões Socialmente Vivas” (em inglês, Socially Acute Questions - SAQ), caracterizadas por questionar o conhecimento de referência e suas implicações sociais. Segundo Simonneaux (2014) o termo SAQ foi cunhado por Legardez e Simonneaux (2006) para “descrever questões complexas e abertas que trazem à tona as incertezas embutidas em problemas mal estruturados relacionados à SSI [Socio-Scientific Issues]” (SIMONNEAUX, 2014, p. 2). Frente a esse contexto, Simonneaux (2014) apresenta uma interpretação na qual a comunicação do conhecimento científico se situa entre dois extremos: *Cold* (ponto frio) e *Hot* (ponto quente). Apresentando características relativas a esses dois pontos, a autora argumenta que em direção ao ponto frio o conhecimento se apresenta como disciplinar, ao passo que ao caminhar para o ponto quente vai se tornando interdisciplinar.

No “**ponto frio**”, uma integração das ISS [Socio-Scientific Issues] em um programa de ensino é usada para motivar os alunos a aprender ciências, ou mesmo para convencê-los dos méritos das tecnociências. No “**ponto quente**” do *continuum*, o foco do ensino vai além do objetivo de desenvolver o conhecimento conceitual e processual da ciência, para estimular os compromissos ativistas entre os alunos. Entre essas duas extremidades do *continuum*, uma mistura de questões educacionais está envolvida no ensino e na aprendizagem de conceitos científicos que podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico (SIMONNEAUX, 2014, p. 8, *grifos nosso*).

Para ela, as SAQ transcendem a divisão disciplinar, em especial entre as ciências básicas (*hard*) e as ciências humanas. Dessa forma, afirma que entre os dois extremos, os valores sociais da ciência são identificados e reconhecidos. Para Simonneaux (2014), o aprendizado por meio de tais questões apresenta dimensões afetivas e sociais, estando presentes aspectos e valores que mantêm uma relação de afetividade.

Para Díaz-Moreno e Jiménez-Liso (2012), a maioria dos conflitos sociocientíficos que enfrentamos surge de novas fronteiras científicas que se incorporam na atualidade. Hoje, um exemplo desse movimento pode ser verificado em discussões, tanto no meio científico quanto na sociedade em geral, sobre o uso de medicamentos como a Cloroquina, Hidroxicloroquina e Ivermectina no tratamento da Covid-19 (infecção causada pelo vírus SARS-CoV-2). Apesar de haver pesquisas e relatórios científicos evidenciando a ineficácia

desse tratamento, é fato que diversos cientistas (e também leigos) têm defendido seu uso no tratamento da Covid-19, evidenciando a existência de uma clara controvérsia sociocientífica na sociedade, uma disputa ainda não estabilizada. Para o enfrentamento desse cenário, é relevante promover cada vez mais o processo de AC.

Ocorre que a busca pela AC pode derivar de diferentes contextos, vinculados à educação formal (representada pela escola) ou à educação não formal (representada, por exemplo, pelos museus de ciências). Independentemente do contexto, o professor figura-se como essencial nessa discussão. Seguramente, quando pensamos em AC, o professor é um dos principais agentes mobilizadores do conhecimento Científico e Tecnológico. Assim, refletir sobre aspectos da CTSA em um viés da AC, nos remete a contextos diversos como: o escolar, o de museus de ciências e, também o de formação de professores.

Quanto à escola, é uma instituição que ensina muito mais do que conteúdos científicos, abarcando não apenas a formação técnica, mas a formação cidadã dos educandos. Nesse sentido, acreditamos que “tão importante quanto entender um conceito científico em particular, é interpretá-lo em meio as relações que este estabelece com os aspectos sociais e culturais existentes no mundo” (COLOMBO JUNIOR; MARANDINO, 2020, p. 3). Quanto aos museus de ciências, essas instituições são propagadoras da cultura científica na sociedade, devendo participar ativamente de discussões que envolvam questões socio-científicas controversas. Para Marandino *et al.* (2016),

[...] frente à diversidade de questões controversas que permeiam as ciências, podemos considerar que as ações educativas voltadas ao tema são, ainda, bastante tímidas. Ao olharmos especificamente para os museus, notamos que, apesar de ações de cunho CTSA estarem cada vez mais presente, ainda são poucas aquelas centradas em questões controversas (MARANDINO *et al.*, 2016, p. 20).

Quanto a formação de professores, é conhecido o fato de que muitas das discussões sobre a AC e as relações CTSA possuem desafios para serem trabalhados em sala de aula, promovendo muitas vezes um ensino descontextualizado (MARANDINO; PUGLIESE; OLIVEIRA, 2019). Ocorre que, em âmbito de formação inicial, em especial nas carreiras científicas, raramente o licenciando é provocado sobre tais questões, o que reflete posteriormente em seu trabalho em sala de aula.

Vislumbrando que o ensino CTSA não se restringe aos muros da escola, que o público escolar é um dos frequentadores mais assíduos dos museus de ciências e, que as ações desenvolvidas com os professores durante a formação inicial tem impacto direto sobre a sua futura atuação, esta pesquisa teve como objetivo analisar a escolha de temas e de conteúdos abordados por professores em formação (licenciandos) no planejamento de atividades com o foco nas relações CTSA e em temas sociocientíficos controversos a partir de visitas a um museu de ciências.

METODOLOGIA E INSTRUMENTO DE ANÁLISE DE DADOS

Esta pesquisa é de tipologia qualitativa de natureza exploratória (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Os participantes são 50 professores em formação inicial (licenciandos) do

curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo (USP), Brasil, que cursavam a disciplina “Metodologia do Ensino de Ciências Biológicas II” (MET II). Os dados foram construídos no ano de 2018, no qual os participantes deveriam produzir, em grupo, propostas de atividades didáticas que fossem desenvolvidas a partir de uma visita a um museu de ciências indicado pela professora responsável pela disciplina.

O espaço indicado foi o Museu de Zoologia da USP (MZUSP). No desenvolvimento das propostas, os licenciandos deveriam seguir quatro etapas: (i) escolher um tema que considerassem controverso e que estivesse presente a abordagem CTSA, em relação com a exposição do museu de ciências; (ii) propor atividades específicas para o museu indicado; (iii) planejar a proposta de atividade com atenção aos aspectos da AC; (iv) evidenciar desafios e possibilidades para a realização da atividade. Adicionalmente, os licenciandos deveriam escolher uma dentre três modalidades de intervenção propostas pela professora, sendo: (a) desenvolver uma proposta de atividade em que o professor da Educação Básica atuasse como mediador da sua sala em uma visita ao museu; (b) desenvolver uma proposta de atividade na qual o mediador do espaço museal atuasse no acompanhamento do público em geral; (c) desenvolver um roteiro de suporte para visitas do público em geral no MZUSP, sem a presença de mediação. Nesse texto, focaremos nossas análises e discussões em um recorte da pesquisa, contemplando os itens (i) e (ii).

Os dados foram coletados por meio de acompanhamento da construção das propostas, anotações de caderno de campo dos licenciandos, registros em áudios, vídeos e imagens e socialização das propostas em sala de aula (a partir de apresentações em *slides* e discussões com seus pares e com a professora). Para fins de análise dos dados, utilizamos os pressupostos metodológicos propostos pela análise de conteúdo (BARDIN, 2011) e, delineamos, a partir dos extremos das QScC propostas por Simonneaux (2014), indicadores que intitulamos de *natureza do conhecimento sociocientífico controverso* (Tabela 1), para classificação da escolha dos temas pelos licenciandos.

Tabela 1 - Indicadores da natureza do conhecimento sociocientífico controverso

INDICADORES	
<i>Cool Down (CD)</i>	<i>Heat Up (HU)</i>
CD1. Conhecimento científico aceito e aproblemático	HU1. Conhecimento científico em construção, presença de limitações e conflitos
CD2. Posição consensual na academia e na sociedade	HU2. Falta de consenso e incertezas
CD3. Valores e abordagens epistêmicas e acríticas	HU3. Valores e abordagens sociais e filosóficas e críticas
CD4. Abordagem disciplinar	HU4. Abordagem interdisciplinar

Fonte: dos autores, com base em Simonneaux (2014).

RESULTADOS: A ESCOLHA DE TEMAS PELOS PROFESSORES EM FORMAÇÃO

No total, foram elaboradas 10 atividades relacionadas ao MZUSP pelos grupos participantes. Para a composição dos conteúdos e dos temas escolhidos, os licenciandos utilizaram tanto elementos presentes nos aparatos expositivos do MZUSP como também outros atributos dessas instituições, como a pesquisa científica realizada nesse espaço. Além disso, também utilizaram de fontes de informações externas como leis e notícias divulgadas pela mídia relacionadas aos seus temas. A seguir, são descritas as atividades e os temas indicados pelos licenciandos.

A1. Atividade: Quem montou essa exposição?

Tema: O papel dos museus e seus objetivos como ambiente de conservação e pesquisa e suas representações sobre o passado por meio dos fósseis de animais.

Argumentos propostos pelos licenciandos na socialização em sala de aula: Questionar se os objetos de um museu são capazes de representar o passado ou são uma visão particular sobre o passado. Problematizar o ponto de vista de que “o museu” está situado historicamente em nossa visão sobre o passado. O museu é uma construção humana, sendo assim, sempre irá refletir um pouco na forma como a exposição será mostrada. Nenhuma exposição está livre da visão das pessoas que a montaram.

A2. Atividade: Urbanização e conservação da Mata Atlântica.

Tema: Os impactos da expansão urbana nos biomas e os possíveis benefícios tanto da conservação quanto da urbanização.

Argumentos propostos pelos licenciandos na socialização em sala de aula: Problematizar sobre a atual expansão urbana que acontece e entra em conflito com aspectos ambientais do lugar em que está inserida. Trazer dados de pesquisas, de 2018, indicando a pirâmide etária brasileira de base larga (e também de adultos), então, problematizar que a expansão urbana é causada pela expansão da população que continua crescendo.

A3. Atividade: Atividade educativa no MZUSP: caça ao Bioma.

Tema: Relação entre o desenvolvimento econômico e tecnológico e a conservação ambiental.

Argumentos propostos pelos licenciandos na socialização em sala de aula: Argumentar, a partir de textos científicos, como de Jacobi (2003), o fato de a educação ambiental ser complicada, sendo colocada, por exemplo, a ideia de oposição entre conservação ambiental e desenvolvimento tecnológico, industrial, etc. existente na sociedade. Também incluir na discussão a questão das hidrelétricas e os impactos socioambientais de suas instalações. Apresentar pensamentos contrários entre conservar *versus* crescer, causando possíveis reduções na economia do país, o que gera a resistência das pessoas e de setores da sociedade, frente às mudanças de hábitos. Além disso, problematizar o clima político atual no país e a ideia de conservação, com ministérios sendo excluídos. Falar sobre a conscientização da sociedade sobre a responsabilidade de cada um com o meio ambiente. Esse é um tema que muitas pessoas

ainda não conseguem “absorver”, ou seja, não conseguem entender que as ações delas vão ter uma ação no meio ambiente em geral (jogar lixo no chão, etc.).

A4. Atividade: O crânio de tapuiassauro do MZUSP e as funções dos museus.

Tema: O papel dos museus e seus objetivos como ambiente de conservação e pesquisa e o investimento na manutenção desses espaços.

Argumentos propostos pelos licenciandos na socialização em sala de aula: Considerar a AC e seus aspectos conceituais vinculados à biologia do tapuiassauro usando as informações presentes na exposição do museu. Também buscam abordar a Natureza da Ciência, questionando sobre a construção dos museus (como um ambiente de pesquisa) e, os aspectos coletivos do fazer científico. Abordam as relações CTSA no museu como interface com a sociedade, debatendo principalmente sobre os investimentos nas instituições museais.

A5. Atividade: Diversidade, bioética e o papel do museu.

Tema: As coleções biológicas nos museus e suas implicações bioéticas e na conservação da biodiversidade.

Argumentos propostos pelos licenciandos na socialização em sala de aula: Discutir sobre a formação das coleções biológicas dos museus, com os exemplares expostos no MZUSP e as suas implicações bioéticas. Destacamos que o grupo não aprofundou seus argumentos para a escolha do tema, tampouco a escolha de quais itens expositivos seriam utilizados.

A6. Atividade: Conservação e Natureza da Ciência - preservar a ciência para conservar a vida.

Tema: O papel do trabalho científico realizado para a conservação da biodiversidade diante do desenvolvimento tecnológico e das mudanças climáticas, ressaltando a importância do financiamento para a pesquisa científica.

Argumentos propostos pelos licenciandos na socialização em sala de aula: Informar e sensibilizar o público acerca da importância de financiamentos para a realização da pesquisa científica. O grupo propõe utilizar parte da exposição para aprofundar conceitos científicos relacionados às temáticas.

A7. Atividade: Caça: uma ameaça para a biodiversidade?

Tema: Os diferentes tipos de caça - subsistência, comercial, esportiva ou de retaliação. Introdução de espécies não nativas em um ecossistema e suas consequências.

Argumentos propostos pelos licenciandos na socialização em sala de aula: Questionar se a caça é ruim para os seres vivos e se prejudica o meio ambiente. Apresentar o caso do javaporco, uma espécie exótica presente no cerrado brasileiro, e como sua caça pode ter efeito positivo para a conservação da biodiversidade do Cerrado. Problematizar a existência de divergências sobre quem e como deve realizar a caça desse animal. Abordar e apresentar dados de pesquisas sobre a caça do javaporco, indicando leituras.

A8. Atividade: Proposta de atividade educativa.

Tema: A função e o papel dos museus e de pesquisadores na conservação da biodiversidade. O investimento nessas pesquisas e seus aspectos morais e éticos.

Argumentos propostos pelos licenciandos na socialização em sala de aula: Argumentar sobre a importância de se discutir a função e o papel dos museus e de pesquisadores. Abordar aspectos éticos e morais da pesquisa, o papel do museu na conservação da biodiversidade e a sua relação com CTSA. A natureza desses argumentos vai ao encontro com a AC.

A9. Atividade: AC sobre temas controversos: Unidades de Conservação (UC) no MZUSP.

Tema: Papel das UC para a biodiversidade e interação com a população.

Argumentos propostos pelos licenciandos na socialização em sala de aula: Trabalhar com informações sobre as UC e as chamadas Áreas de Preservação Permanente (APP). Propor a utilização de artigos científicos para compor seus argumentos, por exemplo, publicados em revistas qualificadas, como a *Nature*.

A10. Atividade: Hipóteses sobre a extinção do Cretáceo (K-Pg).

Tema: As diferentes hipóteses existentes dentro da comunidade científica sobre como ocorreu a extinção do Cretáceo-Paleogeno.

Argumentos propostos pelos licenciandos na socialização em sala de aula: Utilizar argumentos científicos que promovam diferentes hipóteses levantadas pela comunidade científica para explicar processos de extinções, em específico, entre os períodos apontados no tema da atividade.

DISCUSSÃO

A análise dos temas e dos argumentos utilizados pelos licenciandos na proposição das atividades abrangeu diferentes posições da natureza do conhecimento sociocientífico controverso, abarcando, em momentos distintos, todos os indicadores *Cool Down* (CD) e *Heat Up* (HU) delineados. Na sequência, apresentaremos alguns exemplos de nossas análises, sendo os resultados sintetizados na tabela 2.

Percebemos que muitos temas escolhidos pelos licenciandos abordaram o papel dos museus e dos pesquisadores na construção do conhecimento científico, como nas proposições. Por exemplo, na atividade A1 (*Quem montou essa exposição?*), o grupo abordou a formação dos fósseis, suas reconstruções e como elas são utilizadas para representar o passado na história natural, nesse contexto, trouxeram para a discussão o questionamento: “os objetos de um museu são capazes de representar o passado ou são uma visão particular sobre o passado?”. Os licenciandos apontam como argumento a dimensão histórica da instituição e como ela e suas representações sobre história natural mudam com o tempo. Ao questionarem a construção de exposições nos museus, apresentam a vertente humana e interpretativa do conhecimento científico, aproximando de indicadores do extremo *Heat Up* da natureza do conhecimento sociocientífico controverso (HU1; HU3; HU4).

A atividade A4 (*O crânio de tapuiassauro do MZUSP e as funções dos museus*) propõe abordar a reconstrução de um fóssil encontrado no Brasil (ZAHER *et al.*, 2011), porém, aborda como ponto principal os investimentos e a manutenção dos museus para discutir a interface Ciência e Sociedade. Nessa apresentação, os licenciandos destacam o incêndio ocorrido, em 2018, no Museu Nacional, Rio de Janeiro, Brasil, que destruiu maior parte do acervo, levantando o debate sobre os investimentos nas instituições museais do país. São propostas abordagens da natureza do conhecimento científico e abordagens conceituais, perfazendo indicadores de dois extremos (CD1; CD2; CD3; HU4).

Nas atividades A6 e A8 (*Conservação e Natureza da Ciência - preservar a ciência para conservar a vida e, Proposta de atividade educativa*, respectivamente) os licenciandos também abordaram o papel do trabalho científico, porém em diferentes sentidos. Na atividade A6, por exemplo, o grupo propôs discutir a importância da pesquisa científica e do seu investimento na conservação ambiental e diante de questões como as mudanças climáticas. Para isso, utilizam em maior parte de sua abordagem os conteúdos científicos conceituais de acordo com os itens presentes na exposição, encontrando-se mais próximos dos indicadores no extremo *Cool Down* (CD1; CD3; CD4). Em contrapartida, propõem uma discussão a partir da seguinte afirmação: “*É necessário preservar a Ciência para conservar a vida*”, colocando-se também na posição HU1 e HU2.

A temática conservação do meio ambiente e o desenvolvimento humano foi abordada em diversas atividades elaboradas pelos licenciandos. Na A3 (*Atividade educativa no MZUSP: caça ao Bioma*), por exemplo, a proposta é problematizar entre a conservação ambiental e o desenvolvimento tecnológico, como a construção de hidrelétricas e os impactos socioambientais dessas instalações. Nessa proposição, são levantados valores humanos e abordagens sociais vinculados à questão, evidenciando a natureza do conhecimento sociocientífico controverso (HU2; HU3; HU4). Nessa mesma linha, a atividade A7 (*Caça: uma ameaça para a biodiversidade?*) aborda diferentes perspectivas em relação à prática da caça e aponta para uma situação na qual uma espécie invasora causa danos ao ecossistema local, sendo necessárias medidas para o controle do crescimento populacional da espécie. A proposta apresenta o aspecto de uma situação em que falta consenso sobre a caça de uma espécie exótica, o javaporco, aproximando-se de indicadores *Heat Up* (HU2, HU3), mas também aborda os aspectos do conhecimento sobre a biodiversidade do Cerrado (CD1; CD2; HU4).

Na atividade A9 (*AC sobre temas controversos: Unidades de Conservação (UC) no MZUSP*) os licenciandos apresentam uma variedade de informações sobre os temas, desde dados científicos até aspectos legais referentes às UC e às Áreas de Preservação Permanente (CD1; CD3), informando sobre os órgãos governamentais responsáveis por essas questões e os diferentes posicionamentos dos membros da sociedade sobre ações que envolvem essas áreas como, por exemplo, sua exploração para fins econômicos, a utilização para estudos científicos, a permanência de comunidades tradicionais nesses territórios ou para atividades como a do ecoturismo. A atividade também propõe abordar um tema sociocientífico e controverso explorando os valores e os diversos posicionamentos sobre uma questão ambiental, econômica, geográfica e política presente no cotidiano das pessoas (HU2; HU3; HU4). Por fim, a atividade A10 [*Hipóteses sobre a extinção do Cretáceo (K-Pg)*] questiona

as diferentes hipóteses existentes na comunidade científica sobre como ocorreu a extinção do Cretáceo-Paleogeno. Nesse sentido, ao apresentar as diferentes visões acadêmicas sobre o tema, a atividade aborda o conhecimento científico em construção e a presença de limitações e conflitos, além da falta de consenso e incertezas, elementos da falta de consenso presentes na construção do conhecimento científico, o que se aproxima de indicadores do extremo *Heat Up* (HU1; HU2; HU4).

Tabela 2 - Correlações entre as atividades propostas e os indicadores delineados

<i>Atividade</i>	<i>Cool Down (CD)</i>	<i>Heat Up (HU)</i>
A1		HU1; HU3; HU4
A2	CD1	HU3; HU4
A3		HU2; HU3; HU4
A4	CD1; CD2; CD3	HU4
A5	CD1; CD3; CD4	HU3
A6	CD1; CD3; CD4	HU1; HU2
A7	CD1; CD2	HU2; HU3; HU4
A8	CD1	HU3
A9	CD1; CD3	HU2; HU3; HU4
A10		HU1; HU2; HU4

Fonte: dos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa em desenvolvimento na Universidade de São Paulo, a qual tem como objetivo investigar aspectos da formação inicial de professores frente à proposição de atividades em museus de ciências abarcando relações CTSA e temas sociocientíficos controversos. Para além das escolhas de temas e de conteúdos, os licenciandos apresentaram suas estratégias e metodologias, o principal público-alvo e evidenciaram os desafios e possibilidades para a realização das atividades. Nesse texto, discutimos os temas enunciados pelos licenciandos e sua relação com indicadores de controvérsias sociocientíficas por nós delineados, abarcando os extremos *Cool Down* e *Heat Up*. Outras análises sobre a temática e sobre as atividades desenvolvidas pelos licenciandos são trazidas em publicações relacionadas a esta investigação (MILAN *et al.*, 2020; PUGLIESE *et al.*, 2020; SCALFI, *et al.*, 2020).

Dentre os resultados encontrados, notamos que a escolha por temáticas sociocientíficas controversas não é uma tarefa fácil para os licenciandos, visto que, muitas vezes, encontram-se imersos em ensinamentos de uma “ciência fechada”, sem muito espaço para discussões e questionamentos. Por outro lado, ao serem desafiados a refletirem sobre proposições de atividades contemplando CTSA e ao visitarem o museu, foram instigados a abordarem diversos elementos para além dos conceitos científicos consensualmente estabelecidos e

contextualizando os temas escolhidos, aproximando do cotidiano das pessoas, fato que pode refletir em suas atuações futuras nas salas de aula.

Esse fato dialoga com Hodson (2013), o qual defende a importância da utilização de temas sociocientíficos e controversos para a atuação dos professores. Compartilhamos das ideias de Simonneaux (2014) sobre como a integração de temas sociocientíficos controversos podem motivar os alunos no ensino de ciências, contribuindo, assim, com o processo de AC. Por fim, é importante trabalhar com os professores em formação tais temáticas, visto que, como menciona Bencze *et al.* (2020), ao abordar e trabalhar com questões socialmente vivas, os professores podem optar por “esfriarem” (*Cool Down*) ou “aquecerem” (*Heat Up*) a participação dos educandos em discussões em salas de aula e, dessa forma, contemplar as relações entre Ciência e Sociedade em suas aulas.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**, 2011. São Paulo: Edições 70.

BENCZE, L. *et al.* SAQ, SSI and STSE education: defending and extending “science-in-context”. **Cultural Studies of Science Education**, v. 15, n. 1, 2020, p. 1-27. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09962-7>

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**, 1994. Porto: Porto Editora.

COLOMBO JUNIOR, P. D.; MARANDINO, M. Museus de ciências e controvérsias socio-científicas: reflexões necessárias. **Journal of Science Communication - América Latina**, v. 3, n. 1 (A02), 2020. DOI: <https://doi.org/10.22323/3.03010202>

DÍAZ-MORENO, N.; JIMÉNEZ-LISO, M. R. Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 9, n. 1, 2012, p. 54-70. Disponível em: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2751>

HODSON, D. Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 13, n. 4, 2013, p. 313-331. DOI: <https://doi.org/10.1080/14926156.2013.845327>

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, 2003, p. 189-206. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-15742003000100008>

KOLSTØ, S. D. Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. **Science Education**, v. 85, n. 3, 2001, p. 291-310. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.1011>

LATOUR, B. **Science in action: How to follow scientists and engineers through society**, 1987. Harvard University Press.

LEGARDEZ, A.; SIMONNEAUX L. **L'école à l'épreuve de l'actualité - Enseigner les questions vives**, 2006. ESF, Issy-les-Moulineaux.

MARANDINO, M. *et al.* **Controvérsias em Museus de Ciências: Reflexões e Propostas para Educadores**. São Paulo: FEUSP, 2016. Disponível em: <http://www.geenf.fe.usp.br/v2/?p=2403>

MARANDINO, M.; PUGLIESE, A.; OLIVEIRA, I. S. Formação de professores, Museus de Ciências e Relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. *In.*: M. B. ROCHA; R. DALMO (Org.). **Divulgação Científica: textos e contextos**, 2019, p. 37-48. 1ªed. São Paulo: Editora Livraria da Física.

MILAN, B. *et al.* Propostas educativas voltadas ao público geral e ao público escolar. *In.*: M. MARANDINO *et al.* (org.). **Práticas educativas e formação de públicos de museus: relações entre ciência, sociedade e temas controversos**, 2020, p. 59-144, São Paulo: FEUSP.

PEDRETTI, E. T. Kuhn meets T. Rex: critical conversations and new directions in science centres and science museums. **Studies in Science Education**, v. 37, n. 1, 2002, p. 1-41. DOI: <https://doi.org/10.1080/03057260208560176>

PUGLIESE, A. *et al.* Propostas educativas para a formação de professores. *In.*: M. MARANDINO *et al.* (org.). **Práticas educativas e formação de públicos de museus: relações entre ciência, sociedade e temas controversos**, 2020, p. 41-58, São Paulo: FEUSP.

SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. **Journal of research in science teaching**, v. 41, n. 5, 2004, p. 513-536. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.20009>

SCALFI, G. A. M.; ISZLAJI, C.; MARANDINO, M. A formação de professores na perspectiva CTSA por meio de atividades nos museus de ciências. **Indagatio Didactica**, v. 12, n. 4, 2020, p. 73-90. DOI: <https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21676>

SIMONNEAUX, J. **Les configurations didactiques des Questions Socialement Vives économiques et sociales**. HDR, Université de Provence, Aix-Marseille, 2011, 199p. Disponível em: https://oatao.univ-toulouse.fr/5289/1/Simonneaux_5289.pdf

SIMONNEAUX, L. Questions socialement vives and socio-scientific issues: new trends of research to meet the training needs of postmodern society. *In.*: C. BRUGUIÈRE; A. TIBERGHIEU, P. CLÉMENT (Eds.). **Topics and trends in current science education**, 2014, p. 37-54. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

ZAHER, H. *et al.* A complete skull of an Early Cretaceous sauropod and the evolution of advanced titanosaurs. **PLoS One**, v. 6, n. 2 (e16663), 2011. Disponível em: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/84757>

DADOS DOS AUTORES

PEDRO DONIZETE COLOMBO JUNIOR

Pós-doutor em Educação e Doutor em Ensino de Física, ambos pela Universidade de São Paulo. Professor na Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG, Brasil. E-mail: pedro.colombo@uftm.edu.br

EDUARDO DANTAS LEITE

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Cruzeiro do Sul. Mestre pelo Programa de Ensino e História das Ciências e da Matemática da Universidade Federal do ABC, Santo André-SP, Brasil. E-mail: edledudant@gmail.com

MARTHA MARANDINO

Livre Docente e Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo. Professora Associada na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil. E-mail: marmaran@usp.br

Submetido em: 02-02-2021

Aceito em: 14-12-2021