

(Pro)fessora, posso perguntar? Visitas escolares a exposições sobre controvérsias sociocientíficas em museus de ciências

Teacher, may I ask? School visits to exhibitions on socio-scientific controversies in science museums

Pedro Donizete Colombo Junior ¹

Resumo: Visitas escolares a museus de ciências têm sido uma ação efetiva realizada por escolas em todo o mundo. Seja para propiciar novas oportunidades de aprendizagem ou para complementar os conteúdos ensinados em sala de aula. Tais visitas contribuem com o processo de ensino e aprendizagem dos educandos. No âmbito dos museus, nos últimos anos, exposições com temáticas controversas têm ganhado destaque. Essas, são moldadas de forma a problematizar e levantar reflexões sobre questionamentos que, por vezes, não encontram espaço de discussão em sala de aula. Nesta perspectiva, este ensaio reflexivo tem o objetivo de contribuir com o (re)pensar as visitas escolares a exposições que abordam controvérsias sociocientíficas em museus de ciências. As reflexões partem de uma narrativa construída com a finalidade de propiciar ponderações sobre a temática: “A origem do Universo e da Vida na Terra”. A narrativa em questão, é sustentada por dados de pesquisas acadêmicas, as quais dialogam com os questionamentos apresentados ao longo do texto.

Palavras-chave: Controvérsias Sociocientíficas; Museus de Ciências; Visitas Escolares.

Abstract: School visits to science museums have been an effective action by schools around the world. Whether to provide new learning opportunities or to complement the content taught in the classroom. Such visits contribute to the students' teaching and learning process. Within museums, exhibitions with controversial themes have gained prominence in recent years. These are shaped in order to problematize and raise reflections on questions that, sometimes, do not find space for discussion in the classroom. In this perspective, this reflective essay aims to contribute to the (re) thinking of school visits to exhibitions that address socio-scientific controversies in science museums. The reflections start from a narrative built with the purpose of providing considerations on the theme: “The origin of the Universe and Life on Earth”. The narrative in question is supported by data from academic research, which dialogue with the questions presented throughout the text.

Keywords: Socio-scientific Controversies; Science Museums; School Visits.

Prólogo

Museu é lugar de controvérsia(!)(?).

Esta pode ser uma primeira indagação quando o indivíduo se depara com controvérsias sociocientíficas que geram desconforto em visitas à museus de ciências. Mas, pode também ser uma afirmação se pensarmos os espaços museais como disseminadores da cultura científica, contribuindo com a

¹ Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Pós-doutorando em Educação na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Líder do Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Não Formal e Ensino de Ciências (GENFEC). Contato eletrônico: pedro.colombo@uftm.edu.br

Alfabetização Científica (AC)². Cerati e Marandino (2013) argumentam que, “nos últimos anos têm havido uma série de propostas para a expansão do papel dos museus na sociedade, mostrando que eles estão aptos a contribuir para o desenvolvimento dos diferentes aspectos da AC” (CERATI; MARANDINO, 2013, p. 772). Neste contexto, temáticas controversas, em especial as sociocientíficas, como: aquecimento global, vacinas, uso de agrotóxicos, aborto e gravidez na adolescência, etc., têm fomentado muitas discussões, debates e posicionamentos conflitantes na sociedade, além de desencadear diversas pesquisas no meio acadêmico (MARANDINO *et al.*, 2016).

A construção do conhecimento científico é de fato um movimento permeado por relações de conflito, valores e disputas de poder, sofrendo influências de distintos grupos da sociedade (econômicos, políticos, religiosos...), gerando controvérsias. Simonneaux (2014) menciona que educadores tem defendido que,

[...] um dos objetivos da educação em ciências é ajudar os alunos a desenvolver sua compreensão de como a sociedade e a ciência são mutuamente dependentes. A noção de uma questão sociocientífica foi introduzida como uma maneira de descrever como os dilemas sociais se chocam com campos científicos [...]. Essas questões são, muitas vezes, controversas e têm implicações em um ou mais dos seguintes campos: biologia, sociologia, ética, política, economia e/ou meio ambiente (SIMONNEAUX, 2014, p. 38).

Controvérsias sociocientíficas são temáticas complexas e multidisciplinares, em que suas discussões causam grandes repercussões na sociedade e no cotidiano das pessoas. As discussões propiciadas tais questões extrapolam a academia, agregando não apenas cientistas, mas também diferentes segmentos da sociedade (organizações culturais, movimentos sociais, grupos representativos, agentes públicos, políticos, grupos religiosos, etc.).

Este é um movimento que desencadeia a (re)construção e desconstrução de fatos, teorias e proposições em direção ao inerente processo de construção da ciência. Como argumenta Ribeiro e Vieira (2014), a tomada de decisão sobre uma questão controversa é, muitas vezes, mediada e influenciada por valores sociais, políticos e econômicos. Controvérsias sociocientíficas não apresentam respostas óbvias e imediatas, sendo comumente estabelecidas a partir de uma ciência aberta, em construção, que gera disputas, perturbações e incertezas. Portanto, um cenário em que não se permite uma definição unívoca para o termo, mas que aponta caminhos para saber se uma questão sociocientífica é controversa ou não (DEARDEN, 1981; SADLER, 2004; LEVINSON, 2006; DELICADO, 2009; PEDRETTI; NAVAS-IANNINI; NAZIR, 2018).

Reis (2006) alerta que discussões sobre questões sociocientíficas têm se apresentado de forma tímida no cotidiano escolar, sendo pouco abordadas com os alunos. O autor menciona que muitos professores evitam as controvérsias devido a diferentes fatores, dentre eles: medo em perder o controle da sala, falta de conhecimentos necessários às discussões sociocientíficas, excesso de conteúdo nos currículos de ciências, o tempo de aula, um certo descompasso com o que é cobrado em avaliações. Além do mais, “muitos professores de ciências concebem a ciência como um empreendimento objetivo e livre de valores” (REIS, 2006, p. 68). No entanto, Ribeiro e Vieira (2014) defendem que as questões controversas podem “ajudar os alunos a desenvolverem uma compreensão mais aprofundada da natureza da ciência e da sua interrelação com a tecnologia e com a sociedade” (RIBEIRO e VIEIRA, 2014, p. 101).

2 Para Sasseron e Carvalho (2008), embora não se tenha uma definição unânime para o termo, a AC deve auxiliar o cidadão “na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 334).

Acrescenta-se que, muitas pesquisas têm evidenciado que a abordagem de controvérsias sociocientíficas em museus pode ser um caminho promissor para ampliar a participação do público frente às discussões sobre a temática (PEDRETTI, 2002) e, para ampliar o espectro de atuação do professor em discussões com seus alunos. Meyer (2009) pontua ainda que, nas últimas décadas têm aumentado o número de exposições com temáticas controversas em museus e exposições de ciências. Davidsson e Jakobsson (2007) argumentam que os museus de ciências têm como objetivo apresentar uma ciência atrativa ao visitante e que o leva a refletir sobre o que é exposto. Neste contexto, para Contier e Marandino (2020),

[...] muitos temas científicos e, em especial aqueles denominados sociocientíficos, são fonte potencialmente rica para o trabalho educativo na perspectiva CTSA [Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente] com foco nas controvérsias. Assim, *um educador de museu ou um professor da escola básica poderá explorar essas diferentes possibilidades durante as visitas a esses espaços, buscando trabalhar não somente com os conceitos científicos apresentados nas exposições, mas principalmente levantando aspectos sobre a natureza da ciência e as relações entre ciência e sociedade* (CONTIER; MARANDINO, 2020, p. 34-35, *grifos nosso*).

Destarte, esta comunicação configurada como um ensaio reflexivo, busca contribuir com o (re) pensar as visitas escolares a exposições que abordam controvérsias sociocientíficas em museus de ciências. Não é objetivo deste trabalho empreender uma discussão teórica sobre a questão, mas interessa-nos levantar ponderações sobre aspectos da aproximação museu-escola de modo a contribuir com a comunidade escolar, e setores educativos de museus, com reflexões sobre as visitas guiadas a exposições de temas controversos.

Como pretexto de diálogos, somos convidados a acompanhar um devaneio lúdico de uma narrativa que tem como cenário uma visita escolar guiada a um museu de ciências, mais especificamente a uma exposição temática sobre a origem do Universo e da Vida na Terra. Um cenário que se coloca como desafiador para a popularização da ciência, para as visitas escolares e para o trabalho do professor com o tema. Importa destacar que a narrativa em questão teve inspiração a partir de pesquisas e discussões sobre o tema, realizadas junto ao *Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Não Formal e Divulgação em Ciências* (GEENF) da Universidade de São Paulo (USP) e, pesquisas realizadas pelo autor no *Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Não Formal e Ensino de Ciências* (GENFEC) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Assim, a narrativa é sustentada por dados de pesquisas acadêmicas, os quais dialogam com os questionamentos apresentados na continuidade do texto.

A espera do que há por vir

Acorda, acorda..., cadê ele? Indagava a avó entrando no quarto vazio. Desta vez Kiki não perderia a hora de ir para a escola, já havia levantado, se arrumado e, com sua mochila nas costas caminhava ansioso pela casa. Aquele era um dia muito especial para ele: o dia de visitar o museu com seus amigos da escola! Todas as salas de oitavo ano já haviam realizado a visita, só faltava a dele. E, ele nunca havia visitado um museu, o que o deixava mais ansioso ainda. Para entender esta história, precisamos recordar, uma semana antes do grande dia, a visita.

Pesquisas vêm evidenciando que o público escolar é um dos visitantes mais assíduos de museus em todo o mundo. Para alguns pesquisadores a aproximação destes espaços com as escolas pode promover e deixar a aprendizagem em ciência mais acessível e atraente aos alunos (BEVAN *et al.*, 2010), além de ampliar o potencial sociocultural na formação dos educandos (SALMI, 2012). Nos espaços museais, são inúmeras as possibilidades de abordar as relações estabelecidas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade

(CTS), desencadeando por vezes questões sociocientíficas controversas. Os diferentes pontos de vista, posicionamentos e o desejo intrínseco pela exposição são elementos que abastecem os processos dialógicos que ocorrem durante uma visita e discussões sobre o que é exposto (SHIM, 2015).

Segunda-feira, 3 de setembro de 2018. O país acorda chocado com a notícia de um grande incêndio que destruiu quase por completo o acervo do Museu Nacional no Rio de Janeiro. A atmosfera de dor e indignação rapidamente tomava todos os cantos do país, inclusive a escola do Kiki, um pequeno educandário de Ensino Fundamental situada em uma cidade do interior do Estado de São Paulo. Uma catástrofe! Dois séculos de histórias e memórias sendo destruídos pelo fogo alimentavam as discussões na escola, em especial nas aulas da professora de ciências, uma das mais indignadas com o ocorrido. A professora, astuta e engajada na luta por uma educação de qualidade, acabara de realizar sua pesquisa de mestrado no museu e, havia poucos meses que ministrava aulas para a turma do Kiki.

Infelizmente incêndios em prédios históricos, bibliotecas, museus e afins não são fatos isolados no Brasil (BOCHNER, 2018). No caso do Museu Nacional, Sá, Sá e Lima (2018, p. 1) levantam o questionamento: “como entes federativos e sociedade brasileira permitiram que parte importante da simbologia e materialidade da história nacional fosse completamente destruída?”. A manutenção e o financiamento governamental nestes espaços museais é um problema que se arrasta há muito tempo no país, abrindo cada vez mais espaço para a iniciativa privada. Em se tratando de exposições com temáticas controversas nos museus, algumas pesquisas apontam que entidades que financiam tais projetos têm influenciado até mesmo a escolha do que mostrar (e não mostrar) ao público visitante, enviesando os olhares em detrimento de interesses próprios (MACDONALD; SILVERSTONE, 1992; DELICADO, 2009; NAVAS-IANNINI, 2018; CONTIER, 2018; CONTIER; MARANDINO, 2020). Um cenário preocupante, quando entendemos os museus como espaços disseminadores da cultura científica na sociedade.

Irresponsabilidade, esquecimento, não valorização do patrimônio da humanidade, ação criminosa! Em meio à revolta, a professora lembrou-se de haver agendado para a próxima semana uma visita ao Enigma - museu de ciências àqueles alunos. Este museu era um espaço que tradicionalmente abordava temáticas sobre ciência e tecnologia em exposições temporárias. Na ocasião, abrigou diversas exposições com temáticas controversas: questões de gênero e identidade sexual, gravidez na adolescência, mudanças climáticas. Naquele mês o espaço mantinha a exposição: “O universo e a origem da Vida na Terra”, que estava causando rebuliço em toda região.

Várias pesquisas têm discutido sobre exposições que abordam controvérsias sociocientíficas em museus de ciências, defendendo a necessidade de ampliar a presença deste tipo de exposição nestes espaços (PEDRETTI, 2002; DELICADO, 2009; MEYER, 2009; SHIM, 2015), visto que “exposições sobre temáticas controversas tendem a convidar os visitantes a formular pontos de vista e posicionamentos sobre os assuntos tratados (CONTIER; MARANDINO, 2020, p. 33). Como exemplos, recordamos o trabalho de Macdonald e Silverstone (1992) com a exposição “*Food for Thought: the Saimbury Gallery*” (Science Museum, Londres) e a pesquisa de Navas-Iannini e Pedretti (2017) com a exposição “*Preventing Youth Pregnancy*” (Museu Catavento, São Paulo). Este é um movimento, ainda tímido, mas que recentemente tem tomado corpo em museus de ciências em diferentes países pelo mundo (DAVIDSSON; JAKOBSSON, 2007; ALLEN; CROWLEY, 2013; DUNLOP; VENEU 2019).

A investigação de Macdonald e Silverstone (1992), abordando o tema intoxicação alimentar, revelou que a exposição no museu abordava a temática de maneira muito aquém da retratada nas grandes mídias. Os autores chamam a atenção para o que está por detrás desta constatação, ou seja, os limites e obstáculos

no processo de construção da exposição e, ainda, o relacionamento do museu com a comunidade científica e a indústria de alimentos.

[...] a maneira pela qual a controvérsia poderia ser representada foi limitada não apenas pelo estágio de produção da exposição [...], mas também por outros parâmetros que haviam sido definidos [...]. Em particular, algumas das estratégias de exibição selecionadas especificamente para ajudar a tornar a exposição atraente e acessível a um público leigo, como as de simplificar o texto e usar exposições práticas, criaram problemas para representar controvérsia (MACDONALD SILVERSTONE, 1992, p. 71).

Desta forma, a exposição resultou de uma série complexa de negociações (incluindo restrições físicas), as quais, como consequência, fizeram que o assunto controverso situa-se em separado, “tanto física quanto logicamente, da produção agrícola e industrial de alimentos” (MACDONALD; SILVERSTONE, 1992, p. 84). Em visitas escolares, este é um ponto a ser atentado pelos professores, visto que as exposições podem ser guias e fomento aos alunos na formação de opinião sobre diferentes assuntos em voga na sociedade.

Bi-bi, Bi-bi, Bi-biiii! ..., a van escolar chegou e Kiki partiu a caminho da escola. Um percurso de não mais que 15 minutos, mas que para ele parecia demorar horas. Pensamentos ao vento, refletia: O que será que tem no museu? Vou ver muitas coisas antigas? Será que posso tirar fotos? Os pensamentos fluíam e a van também. Chegou à escola! Em sala de aula, angústia, euforia, alegria e medo se afluavam à espera da professora de ciências que os levaria ao museu.

Criançada, silêncio! Sentem-se em seus lugares! kaiky (Kiki), vá para o seu lugar. Pronto, a professora chegou na sala! Todos trouxeram a autorização para a visita ao museu? Perguntou a professora. Neste momento, enquanto todos buscavam em suas mochilas os “bilhetes”, Kiki já levantava o seu entre as mãos, pois havia dormido com ele entre os braços. E não poderia ser diferente, para o garoto aquilo valia mais que ouro e, esquecê-lo era o fim da linha para suas imaginações.

Muitos professores relatam que um dos grandes entraves para as visitas escolares à museus é o transporte dos alunos (COLOMBO JUNIOR, 2014). Acrescentam ainda, as dificuldades burocráticas para “tirar” os alunos da escola, seja pelo não entendimento da gestão escolar de que a visita faz parte dos processos educativos (ALDEROQUI, 2006) ou, pelo desgaste para conseguir juntar todas as autorizações dos pais para a realização da visita.

Com as autorizações em mãos a professora repassa aos alunos algumas informações práticas sobre a dinâmica da visita, enfatizando que faz parte dos conteúdos trabalhados nas aulas de ciências. Desta forma, ela prepara os alunos, solicitando que anotem pontos que acharem interessante para discutirem no retorno à escola. Prontos? Partiu Enigma museu! Um ônibus com 28 crianças do oitavo ano do Ensino Fundamental e uma professora de ciências, em uma viagem inesquecível.

Allard, Boucher e Forest (1994) investigando a relação museu-escola apontam que a estruturação desta aproximação, em um viés de maximização dos processos educativos, requer três momentos interligados: o preparo em sala de aula (integração dos objetos de estudo), a visita em si (discussão e ampliação de conhecimentos) e o retorno à sala de aula (apropriação do que foi visto). A visita ao museu é parte de um processo de aprendizagem contínuo, em que se encontram em diálogo os visitantes (alunos e professores), os mediadores, as exposições e, os contextos pessoal, sociocultural e físico em que estão inseridos (FALK; DIERKING, 2000).

Uma miscelânea de emoções e questionamentos

Perguntas, inquietações, brincadeiras... Todos estavam eufóricos a caminho do museu. Kiki viajava sozinho, estava apreensivo imaginando o que encontraria lá. Parecia sentir o que estava por vir, veremos! Ele havia assistido um documentário sobre Astronomia e estava fascinado pelo tema. As histórias e mistérios do Universo tinham despertado nele uma mistura de fascínio e medo do incerto. Olha, olha, olha!!!, gritavam as crianças amontoando-se nas janelas (fechadas) do ônibus. O museu começava a dar as caras e aparecer no horizonte. Na recepção, três mediadores os aguardavam e, de imediato, formaram três grupos. Dois deles com dez crianças cada. O terceiro composto por Kiki e mais sete crianças, além da professora.

Mediador: —Pessoal, tentarei passar por todas as exposições do museu e, peço que ajudem nesta tarefa, ok?

Kiki: —E a exposição do universo, vamos ver?

Mediador: —Sim, tentaremos ver pelo menos parte dela (respondeu ele, olhando para os colegas).

No fundo, por experiência própria, o mediador sabia que começar a visita por esta exposição poderia inviabilizar conhecer os demais espaços do museu, uma vez que a exposição suscitava muitos questionamentos dos visitantes, especialmente das crianças. Talvez, fosse este o motivo que o fez olhar fixamente para seus colegas.

A mediação nos museus tem sido um tema de diversas pesquisas no campo do ensino de ciências (MARANDINO, 2008). Ovigli (2011) aponta que, a “contextualização dos conceitos abordados durante a exposição e a capacidade comunicativa são duas habilidades fundamentais à mediação no centro de ciências” (OVIGLI, 2011, P. 143). No que tange à exposição em questão - A origem do Universo e da Vida na Terra - por se tratar de um assunto que gera muitas controvérsias sociocientíficas, requer uma atenção especial dos mediadores, seja em abordagem conceitual ou comunicativa. Esta é uma temática que tem sido objeto de diferentes montagens em museus de ciência pelo mundo, e a exposição “*Evolution of the Universe*”, realizada em 2009 (atualizada em 2014) pelo *Deutsches Museum* em Munique, Alemanha, é um exemplo deste movimento³.

Kiki estava muito interessado nesta exposição. E lembrava-se das discussões que a professora de ciências havia iniciado certa vez em aula sobre a origem do Universo e dos documentários que havia assistido. Também recordava de uma conversa entre sua mãe e uma senhora da igreja (sua vizinha), em que discutiam a respeito do início da vida e o fim do “mundo”. Tudo isso dava um verdadeiro nó em sua cabeça, mas alimentava sua imaginação. Percebendo o sentimento de frustração que tomou conta de algumas crianças, um mediador resolve, então, iniciar a visita com o grupo de Kiki seguindo o roteiro: a origem do universo (Parada 1), primórdios da vida na Terra (Parada 2) e o futuro do Cosmos (Parada 3).

Parada 1 - a origem do universo

Mediador: —Vamos começar a visita por aqui. Olhem esta pergunta de abertura: “O universo sempre existiu ou teve um início?”. O que vocês me dizem?

Kiki: —Sempre existiu, é claro né (pro)fessor!

Aluno Alfa: —Não, não..., alguém começou não é... tudo nasce!

³ A exposição pode ser visitada online através do link: <https://www.origins-cluster.de/en/origins-for-everybody/cosmology-exhibition>

(Pro)fessora, posso perguntar? Visitas escolares a exposições sobre controvérsias sociocientíficas em museus de ciências

Vários alunos: —bleahh! blah! baaa!

Kiki: —Mas o que tinha antes?

Aluno Alfa: —Deus né! rss, rss, rsss...

Mediador: —Pessoal, pessoal, calma, calma... vou tentar explicar para vocês. Há muito tempo, cerca de 13 bilhões de anos houve uma grande explosão que deu origem a tudo que nós temos hoje. Nós chamamos a explosão, ou melhor, a ocorrência desta expansão de Big Bang. Certo?

Kiki: —Mas o que tinha antes? Por que explodiu? Era uma bomba?

Mediador: — (Es)pera aí. Não, não... vamos com calma. Havia um grande “nada”. Quero dizer, o que tinha antes não tem relação com o que veio depois da explosão. Durante a visita eu vou falar mais sobre. Vocês entendem isso?

Vários alunos: —Não! bleahh! blah! baaa!

A origem do Universo se apresenta como uma temática que promove controvérsias sociocientíficas na sociedade e, também em parte da comunidade científica. Como relata Henrique (2011, p. 111) “há um número crescente de cientistas que acham que a Teoria do Big Bang não é satisfatória, buscando modelos alternativos”. Steiner (2006, p. 246) argumenta que “o próprio Big Bang deve ser objeto de racionalização, de detalhamentos”, apesar desta teoria ter aceitação da comunidade científica atual. A estimativa para a idade do Universo é cerca de 13,7 bilhões de anos, aceita pela maioria da comunidade científica, e pelos defensores da teoria do Big Bang, ou seja, a expansão repentina do espaço-tempo (que continua até hoje, segundo a Lei de Hubble) (STEINER, 2006).

Kiki observava tudo com bastante atenção e tentava associar a resposta do mediador com a conversa que outrora havia ouvida entre sua mãe e uma vizinha. Também pensava no que a professora de ciências havia dito antes da visita: “—vamos descobrir de onde viemos e para onde vamos”. Logicamente esta tinha sido uma estratégia da professora para motivar os alunos. E, estava dando certo! Kiki não se conteve:

Kiki: — (Pro)fessor, outro dia eu escutei a vizinha lá de casa dizendo para minha mãe que Deus fez tudo. O “nada” que você disse é Deus?

Todos: —rss, rss, rsss! ahahah! tsk! tss-tss!

Professora: —Psst! Fica quieto, você está atrapalhando a explicação...

Kiki: — (Pro)fessora, mas eu quero.... (interrompido pela professora)

Professora: —Psst! Já disse!!!

Mediador: —Não, não. Depois eu explico melhor..., —mas, o “nada” é “nada”! —Ééé, não sabemos direito ainda, mas um cientista chamado Stephen Hawking nos dizia que, o que tinha antes do Big Bang não tem a ver com o que veio depois, isso ele chamou de “nada”. Mas não quer dizer que não existia matéria alguma, apenas que a relação entre o que tinha antes e o que veio a seguir não é direta, e que não tem uma explicação trivial, simples. Mas o “nada” não é Deus, não foi isso que eu disse.

Kiki: —O que é, então?

Professora: —Psst!...

Pedretti, Navas-Iannini e Nazir. (2018) explicitam alguns fatores a serem atentados pelos gestores de museus de ciências frente às exposições que trazem controvérsias sociocientíficas, como as mensagens

éticas que podem ser privilegiadas nas exposições e, os grupos socioculturais que podem ser alienados em suas escolhas de exibição (o que é controverso para determinado público, pode não ser para outro). As autoras também argumentam que, embora no campo dos museus, em geral, se criem e mantenham exposições com temáticas controversas há décadas, essa não é uma prática bem estabelecida nos museus de ciência.

Mesmo sem ser convencido, Kiki achou melhor não questionar e continuar a visita, pois havia muitas coisas ainda para ver. Caminhando pela exposição, os alunos se depararam com uma enorme faixa contendo a estimativa do tempo cronológico do Universo. O início indicava para 10^{32} segundos e o outro extremo trazia a indicação 13,7 bilhões de anos.

Mediador: —Pessoal, percebam a idade de nosso Universo. É muito tempo, não é?

Kiki: —hã! han! uhn! —Este número é o início? (apontando para 10^{32} segundos). —Mas, (pro)fessor o que tinha antes? Por que não colocaram zero no início?

Mediador: —Não sabemos, mas entenda este como sendo o início, ok? É muito complicado para explicar. Você vai aprender quando estudar a física mais avançada, né professora?

Professora: —Sim, sim..., mas, vamos ver o restante da exposição.

Kiki: — (Pro)fessora, vi outro dia em um documentário falando de um certo argumento cosmológico em que tudo que existe no mundo tem uma causa. Você conhece (pro)fessora? É isso que ele está falando? O que seria a causa do Big Bang? E a causa do “nada”? Posso perguntar?

Professora: —Á-hã! —Kiki olha... —Depois falamos. Ele (mediador) está explicando... Pergunta!

É comum, e desejável que os visitantes tragam e verbalizem suas concepções e percepções sobre os assuntos abordados durante as visitas guiadas, enriquecendo as discussões. Este é um movimento que coloca o visitante como participante ativo na construção de seu próprio conhecimento durante a visita. Também é verdade que o mediador pode desconhecer determinado tema/teoria explicitado pelo visitante. Nestes casos, comumente nos deparamos com duas situações: na primeira, que podemos chamar de ritual de interação destrutiva, o mediador adota uma defensiva ignorando os questionamentos do visitante e segue com a exposição, mudando o assunto. Na segunda opção, que podemos chamar de ritual de interação construtiva, o mediador adota o enfrentamento externalizando para o visitante seu conhecimento ou desconhecimento sobre a questão e dialoga em busca da construção coletiva dos saberes. Neste caso, as interações dialógicas caminham no sentido freiriano de “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”. O mediador seguiu a primeira opção.

Kiki: — (Pro)fessor você já ouviu falar do argumento cosmológico? — (interrompendo a explicação do mediador)

Mediador: — [...] Kiki, só um minuto... já conversamos sobre isso, deixa eu terminar esta explicação. —Pessoal, então, no início, as partículas que vieram da grande explosão se “transformaram” em átomos, depois em matéria, em estrelas e em sistemas, como o nosso sistema solar... até a formação do planeta.... blá, blá, blá...

O Universo iniciou-se por si mesmo, sempre existiu ou foi iniciado por um ser supremo? Interessante atentar que na história da humanidade, a origem do universo sempre esteve cercada de mitos cosmogônicos (ciência que estuda origem, evolução e futuro do universo). Alguns destes mitos são retratados por Skolimovski (2014), abarcando ideias das culturas Maia, Babilônica, Egípcia, Hindu, Chinesa e Grega. Segundo o argumento ou raciocínio cosmológico, se algo existe é porque teve um início, uma causa. Se o universo teve um início, então, nem sempre ele existiu, ou seja, teve uma causa primeira. Esta argumentação

foi utilizada desde a antiguidade em um viés religioso pautado na existência de um ser supremo e contraria o viés científico que defende a teoria do Big Bang, uma repentina e abrupta expansão espaço-tempo. Neste ponto situa-se uma controversa entre ciência e religião!

A esta altura, a falta de respostas aos questionamentos causava em kiki um sentimento de frustração. Seus colegas também já começavam a ficar incomodados, pois ainda não entendiam o que era o tal do “nada”, mencionado pelo mediador e, agora estavam sem saber o que vinha a ser o “argumento cosmológico” citado por Kiki. A professora também deixava transparecer o sentimento de insegurança, pois não era física de formação e alguns assuntos muito específicos também causavam a ela certo desconforto. Nesta atmosfera o melhor a fazer era seguir em frente. Foi o que o Mediador fez!

Caminhando pela exposição, afastavam-se da temática, a origem do universo, e aproximavam-se do tema espaço, a origem da vida na Terra. Havia naquele local um enorme painel de dardos contendo ilustrações da cronologia da vida na Terra. Havia também alguns dardos representando seres vivos, indo do pré-cambriano ao período quaternário.

Parada 2 - primórdios da vida na Terra

Mediador: —Eu vou distribuir alguns dardos que representam alguns seres vivos e quero que vocês coloquem no painel no período/local em que vocês acreditam que eles apareceram em nosso planeta. —Atenção, atenção pessoal..., o início do tempo cronológico é 4,5 bilhões de anos e era muito quente, tá bom?

Kiki: — (Pro)fessor, eu (estou)tô com o dardo de uma pessoa... posso ir colocar agora?

Mediador: —Pode!

Kiki: —Eu acho que é aqui, bem no início, 3,8 bilhões de anos atrás... onde está escrito que ela (a Terra) começou a esfriar.

Mediador: —Mas olhe, seus colegas tem outros seres vivos. Vamos pensar... Será que todos eles vieram depois do homem? O que você acha?

kiki: —Huuuum! Acho que não..., então..., mas (pro)fessor como surgiu o primeiro? De onde ele veio? Começou com aquele “nada” também?

Mediador (olhando para a professora): —Professora, provavelmente eles ainda não estudaram sobre a hipótese de Oparin-Haldane, né? Ou sobre hipóteses para a origem da vida?

Kiki: —O que? O que ele disse rrsrrsr (comenta com um colega).

Professora: —Não, mas no retorno a escola posso falar um pouquinho. Pode comentar com eles, por favor.

Mediador: —Então pessoal, vou falar alguns nomes difíceis, mas depois a professora vai retomar na escola, tudo bem? Há uma teoria para a origem da vida que se chama hipótese de Oparin-Haldane, dois cientistas do século passado, certo? Ela nos diz que a origem dos organismos vivos é baseada em comportamento físico-químico da matéria, pura ciência. Nossa atmosfera primitiva continha predominantemente alguns gases como metano, amônia, hidrogênio, monóxido de carbono e vapor d'água... a vida surgia então da evolução química, em que compostos inorgânicos desta atmosfera se transformariam através de reações químicas em moléculas orgânicas... A energia proveniente de relâmpagos (descargas elétricas) e da luz do Sol pode ter permitido a ocorrência de reações químicas que formaram compostos intermediários para a formação de moléculas orgânicas mais complexas... alguns cientistas chamam este movimento de sopa primitiva e muitos experimentos foram realizados em laboratório para tentar demonstrar tais ideias. A ciência não é legal?

Kiki: —Nossa, é só ciência... muito bom!

Mediador: É a ciência tentando explicar a essência da vida para a sociedade. Com os avanços da ciência e de novas tecnologias vamos cada vez mais fazendo novas descobertas, através da química, da física, da mineralização, da paleobiologia... um movimento entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente... blá blá blá (continua a explicação).

Menck, Gorab e Oliveira (2011) ressaltam que, o processo que levou ao surgimento da primeira forma de vida na Terra tem despertado a curiosidade humana há séculos, apesar de desconhecido e de gerar muitas controversas. Os autores explicitam quatro condições necessárias para a formação da vida:

[...] 1. Energia: necessária para a formação de moléculas orgânicas mais complexas [...] 2. Proteção: após as moléculas complexas terem se formado, elas tinham que ser protegidas ou então seriam destruídas pelo contínuo fluxo de energia [...] 3. Concentração: a diluição dos compostos levaria a reações muito lentas, portanto devem ter existidos mecanismos que favoreciam a maior concentração de compostos [...] 4. Catalise: muitas reações químicas são favorecidas por catalisadores, uma substância que auxilia nas reações, mas não toma parte nela (MENCK; GORAB; OLIVEIRA, 2011, p. 17).

A origem da vida em muitos estudos é retratada através da hipótese da evolução químico-biológica de Oparin-Haldane. Aleksandr Oparin (1894-1980) foi um biólogo russo que, em meados de 1920, desenvolveu uma teoria sobre a origem da vida, uma evolução química, tendo forte embasamento das ideias darwinianas. John Haldane (1892-1964) foi um biólogo britânico que, no final de 1920, aparentemente de modo independente, propôs a origem da vida de forma semelhante às ideias de Oparin. Gasparri (2015), no entanto, descrevendo em detalhes esta hipótese, problematiza acerca do ponto que se pode chegar ao chamar tais descobertas de “independentes”, havendo muitas discordâncias a respeito. Fato é que, para Menck, Gorab e Oliveira (2011, p. 18), “experimentos laboratoriais trouxeram grande contribuição na explicação de como determinados compostos podem ter surgido, entretanto ainda existem diversos problemas a serem resolvidos [...] uma série de condições favoráveis seriam necessárias para o surgimento da vida”, o que acaba gerando controvérsias sociocientíficas sobre a questão.

Kiki: —(Pro)fessor, então nós viemos daí, desta sopa primitiva? Eu vi em um documentário que todos os seres vivos, e nós também, podem ter vindo da queda de meteoros... Não sei bem, mas acho que chamava pas... alguma coisa.

Mediador: —Sim, você fala da panspermia. Essa foi uma hipótese de que a vida na Terra não se originou aqui..., mas, cuidado, isso não é aceito pela comunidade científica. Precisamos olhar com cuidado estes documentários, viu.

Kiki: —Hããã. (pro)fessor, e aquela história de vir do macaco? Ouvi minha vizinha, aquela da igreja, falando para minha mãe que isso é um absurdo.

Mediador: —Acho que ela falava da ideia do criacionismo, na qual acredita-se que Deus criou o homem e os demais seres vivos. Não sei. Na ciência nós falamos em evolucionismo. Podemos pensar que nós e os macacos compartilhamos de um mesmo ancestral comum, temos vestígios de nossa evolução e continuaremos a evoluir.

Kiki: —Nossa, uau... então temos um monte de ideias sobre como a vida começou?

Mediador: —Não, não, não... espera aí, vamos com calma para não confundir. Tome cuidado, estávamos falando em evolução químico-biológica para a origem da vida. Desde os primeiros compostos orgânicos, que chamamos de aminoácidos, até o que temos hoje de vida na Terra é uma longa história de evolução química e também de evolução biológica. Agora, o que você me perguntou

foi sobre o homem. Para a ciência aceita hoje, ou melhor, para a maioria dos cientistas, aceitamos neste caso as ideias do evolucionismo. Tudo bem?

Kiki: —*Mas onde eu coloquei o homenzinho (dardo colocado no painel) está errado, então?*

Mediador: *Sim, está errado. Não sabemos com exatidão quando a vida apareceu primeiramente na Terra, inferimos que seja na faixa de 3,8 bilhões de anos, justamente no local onde você colocou o dardo. Então se você estivesse com o dardo “origem da vida na Terra”, estaria correto, mas como você estava com o dardo relativo ao “surgimento do homem na Terra”, então está errado.*

Kiki: —*Mas, e a pas... pas... panspermia? E aquilo que falou do criacionismo? No documentário era um cientista falando. Ele mentiu? E minha vizinha, também estava mentindo para minha mãe?*

Mediador: —*Ééé, vou tentar resumir, mas é complicado falar rápido destes assuntos. A panspermia é um tema mais tranquilo de explicar. Se viemos de algum lugar, então lá também a vida começou em algum momento, certo? Então, caímos no mesmo problema de origem da vida. Esta hipótese não é aceita hoje pela comunidade científica. Sobre o criacionismo, para algumas religiões existe um ser supremo, um Deus, que criou o Universo e todos os seres vivos. Mas, não podemos esquecer das mitologias, grega, nórdica, etc... que interpretam a origem da vida de outras formas. Neste contexto, a origem da vida torna-se uma controversa com vários caminhos possíveis. São perguntas difíceis com respostas igualmente difíceis também, rrsrrsr.*

Kiki: —*Acho que era isso que minha vizinha estava falando. Mas qual ideia é a verdadeira?*

Mediador: —*Bem, éé... —A... (interrompido por uma aluna gritando)*

Aluna beta: —*Olha aqui, olha aqui, cheguei no fim do Universo (uma aluna no final da exposição).*

Mediador: —*Bem pessoal, todos colocaram os dardos? A professora vai tirar uma foto do local onde vocês fixaram para depois discutir em sala de aula. Marquem bem qual é o dardo de vocês. Ok? Agora, vamos para lá, ver o que a colega encontrou.*

A origem do Universo é uma controvérsia sociocientífica quando pontuamos a aproximação ciência-religião e que, também se insere nas discussões dentro da própria ciência. No caso da origem da vida, as questões controversas também ocorrem, porém parece que de maneira mais atenuada. Ayala (2008), citando o livro “*Science, Evolution, and Creationism*” da Academia Nacional de Ciências dos EUA, esclarece que diversos cientistas e religiosos “não veem conflito entre as evidências da evolução e sua crença em Deus” (AYALA, 2008, p. 4). No entanto, Mahner e Bunge (1996) com o texto “*Is religious education compatible with science education?*” defendem que a religião é incompatível com a educação em ciência. Já Woolnough (1996), discordando das ideias de Mahner e Bunge (1996) e aproximando-se de observações feitas por Ayala (2008), defende que ciência e religião são formas diferentes de interpretar o mundo.

Parada 3: o futuro do Cosmos

Uma aluna caminhou até a última parte da exposição. Lá havia uma caixa quadrada de aproximadamente um metro de altura e com uma tampa de uns 4 m² de área. Um pano preto tampava a base da caixa. No centro deste pano havia uma bola de boliche, a qual deformava aquela região do pano. Esta maquete simbolizava uma abstração de um buraco negro (regiões extremamente densas - deformação espaço-tempo, resultado de uma estrela massiva (mais de 8 massas solares) que entrou em colapso, tendo forças gravitacionais tão intensas ao ponto de impedir que a própria luz - —e tudo mais - —consiga escapar). Havia também um letreiro vermelho e piscante que alternava diferentes questionamentos.

Mediador: —Olhem as perguntas daquele letrado: “Para onde vamos?”, “O Universo tem fim?”, “O Universo vai acabar?”. Vocês se lembram que começamos a exposição falando sobre a origem do Universo e depois sobre o início da vida na Terra? Agora, me digam: vocês já pensaram sobre o fim do Universo? Ele sempre vai existir ou terá um fim?

Kiki: —Quando o “mundo” acabar nós vamos todos morrer também, não é?

Mediador: —Hã, han, interessante. Mas, você prestou atenção na pergunta e também na sua resposta? Eu falei: o Universo vai acabar algum dia? Se sim, quando e como? Mas, eu gostei de sua resposta. Me diga, o que é mundo para você?

Delicado (2009) compartilha das ideias de Mazda (2004), de que “[...] é importante que os museus mostrem questões controversas, visto que o público geralmente costuma se interessar muito por elas...são parte essencial da mudança científica e estão fortemente conectados ao mundo social, permitindo um maior envolvimento dos visitantes” (DELICADO, 2009, p. 765). Por outro lado, Marandino *et al.* (2020, p. 7) alerta que “desenvolver propostas educativas articuladas aos museus de ciências naturais, que abordem as relações entre a ciência e a sociedade e que discutam temas que são controversos dentro da comunidade científica ou nos quais a controvérsia se dê na relação com a sociedade, não é, nem de longe, uma tarefa simples”.

Kiki: —Mundo é onde nós vivemos, foi isso que eu escutei minha vizinha falar. Mas também vi em um documentário que existem vários mundos. Eu acho que mundo é a Terra kkkk, estou confuso agora.

Mediador: —Olha só, esta é uma pergunta que gera muita discussão. Algumas pessoas concordariam com você que o mundo é a Terra. Neste caso, ficaria fácil para falar em um fim, pois a ciência evidencia que nosso planeta teve um início e também terá um fim, devido à dinâmica de evolução de nossa estrela (o Sol) ... ou, se nós destruímos ele antes kkkk. Mas, se considerarmos que mundo é sinônimo de Universo, tudo que existe, então a coisa se complica bastante. E, é isso que eu quero saber: O Universo vai acabar algum dia?

Kiki: —Eu acho que não, porque eu vi no documentário que existem outros mundos, quero dizer, Universos, sei lá... É verdade? Acho que tinha alguma coisa a ver com buraco negro também.

Mediador: —Legal, você tocar neste assunto. Olhem aquela maquete. Ela é uma abstração de um buraco negro, algo que absorve tudo e não reflete nada, incluindo a luz. Se eu jogar uma bolinha aqui na borda, ela vai lá para o centro, em direção a bola de boliche. Alguns cientistas, dentre eles Stephen Hawking, estudando os buracos negros levantaram suposições da existência de Universos paralelos, acho que são estes os “outros universos-mundos” que você falou. Esta é uma especulação, impossível de ser comprovada hoje pela ciência. Então não sabemos se existem mesmo estes outros Universos, certo? É uma ideia, uma abstração.

Kiki: —Mas, então o Universo vai acabar! Ou, não vai?

Mediador: —Esta é uma controvérsia sociocientífica, ou seja, não temos uma resposta óbvia e imediata, é uma ciência em construção que gera muitas perturbações e incertezas no meio científico. Não sabemos ao certo! Existe, por exemplo, várias ideias sobre o fim do Cosmos para muitas religiões, desde a queda de um grande meteoro até o apocalipse, uma fúria divina dos céus. Mas a ciência entende muitos destes fatos como crenças e mitos.

Kiki: —Minha vizinha também falou sobre isso para minha mãe. Ela falou a respeito da queda de um meteoro..., mas acho que ela nem sabe o que é isso. E agora: Não tem outros mundos, quero dizer universos? Vamos voltar para o “nada” que você falou? Minha vizinha estava certa? Será que um buraco negro é a entrada para outro Universo? O que deve ter lá dentro? Não sabemos como tudo começou e agora não sabemos sobre o fim do Universo? E a origem da Vida? Vish, vish..., agora complicou.

Questionar é um dos atributos primários gerados pelas controvérsias sociocientíficas. Talvez dos mais importantes. Como afirma Bachelard (1996, p. 18) “para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído”. No livro “O colapso do universo”, Asimov (1989) argumenta que é inevitável sentirmos curiosidade quanto ao que ocorrerá com a matéria ao cair em um buraco negro e, infere: o que podemos fazer é especular. Assim, seguimos especulando.

Mediador: — Como eu disse tudo ainda é incerto quando falamos do fim do Cosmos. Até na ciência esta é uma pergunta que gera muitas controvérsias. Já se falou em um Big Crunch, em que o universo entraria em um grande colapso em si mesmo devido a atração gravitacional, em um universo que se esfriaria e que a escuridão tomaria conta de tudo, entre outras especulações. Nenhuma delas são aceitas hoje pela comunidade científica. Ficaríamos aqui por muitas e muitas horas falando destes assuntos. Guardem estas questões para continuar as discussões em sala de aula, quando retornarem à escola. Elas geram muitas dúvidas e também boas discussões. Agora, precisamos seguir com a visita para outros espaços do museu. Espero que tenha gostado de nossas reflexões nesta parte. Vamos em frente?

Pensando em voz alta: um convite à reflexão

A origem do universo, o início da vida na Terra e o destino final do Cosmos sempre geraram (e continuam a gerar) muitas controvérsias sociocientíficas, seja no meio científico ou no cotidiano das pessoas. Como aponta Reis (2006), apesar de opiniões favoráveis acerca das potencialidades educativas e da discussão de questões sociocientíficas, estes assuntos não têm sido realizados com afinco nas aulas de ciências nas escolas. Watanabe e Reis (2019) elencam duas possíveis dificuldades para a inserção de controvérsias sociocientíficas em âmbito escolar. O primeiro relaciona-se a necessária mudança de postura do professor frente as incertezas que as controvérsias podem promover. O segundo relaciona-se à estrutura vigente em grande parte das escolas, ou seja, “a instituição pode ter o poder de gerir e controlar seus funcionários, seja através do currículo ou do perfil ideológico da instituição, sendo, para os futuros professores, um desafio que não pode ser ignorado” (WATANABE; REIS, 2019, p. 215).

Portanto, neste contexto, discutir e investigar as percepções que os alunos têm sobre controvérsias sociocientíficas vêm sendo ampliadas cada vez mais, sobrepujando os muros da escola. Assim, os museus de ciências como espaços de propagação da cultura científica na sociedade são chamados a contribuir com tais discussões por meio de exposição críticas em que se abordam tais temáticas. Como ressaltam Marandino *et al.* (2016) os museus de ciências são, por excelência, locais de diálogo entre ciência e sociedade. Pedretti (2002) reforça esta ideia e argumenta sobre a necessidade de os museus de ciência tornarem-se parceiros das escolas, contribuindo com os processos de Alfabetização Científica (AC). Neste sentido, Cerati e Marandino (2013) argumentam que,

Ao concordar que a AC é um processo que ocorre ao longo da vida vemos que a escola, ao utilizar os espaços de educação não formal como espaços educativos, está não só ampliando o conhecimento dos estudantes, como também mostrando outras possíveis fontes de aquisição conhecimento após o período de escolarização. Dentre os espaços sociais que realizam a interface ciência/público destacam-se os museus de ciências que, por meio de suas exposições, propiciam o acesso e a interação do público com o conhecimento científico (CERATI; MARANDINO, 2013, p. 772).

A visita a museus de ciências é uma prática regular desenvolvidas pelas escolas da educação básica. A presente narrativa busca contribuir com esta prática, no sentido de evidenciar diferentes potencialidades

educacionais que uma visita a uma exposição controversas pode despertar nos visitantes. Desta forma, problematizar o fato das controvérsias sociocientíficas serem, por natureza, complexas de serem abordadas e que trazem consigo influências de diferentes naturezas: religiosa (crenças), vivenciais (experiências), socioculturais (bagagens), etc. Estes são aspectos incrustados na sociedade, os quais têm influência direta sobre as exposições críticas nos museus e no processo de aprendizagem dos alunos.

Exposições desta natureza demonstram ainda que um dos principais desafios de apresentar uma ciência aberta, em construção, é a dificuldade de contar uma história cheia de incertezas e desacordos (YANEVA; RABESANDRATANA; GREINER, 2009). Então, pensando no enfrentamento destes desafios, a aproximação escola-museu coloca-se como um caminho promissor. No entanto, como afirmam Rocha e Scalfi (2020), trabalhar com temas controversos na relação entre a educação formal e os museus de ciências é “sem dúvida uma tarefa desafiante da qual não podemos nos intimidar (ROCHA; SCALFI, 2020, p. 23).

Em âmbito escolar, almeja-se que: o professor prepare os alunos para a visita a exposições controversas; tenha conhecimento prévio da exposição; agregue a visita ao seu plano de ensino; direcione diferentes olhares para a exposição, mas também permita liberdade de ação para os alunos. Além disso, espera-se do professor que retome as controvérsias no retorno a sala de aula e, dialogue com o museu buscando entender o objetivo da exposição. Na perspectiva do museu de ciência, deseja-se que este: pense a exposição para diferentes públicos, idades e escolaridades; prepare a mediação considerando a diversidade presente na sociedade; conceba os visitantes como possuidores de crenças, valores e concepções diversas, afastando-se da ideia de tábulas rasas. O diálogo deve acontecer também com a escola buscando entender o objetivo da visita e em que contexto pedagógico ela se insere. Neste sentido, compartilhamos com Contier e Marandino (2020),

[...] ser fundamental que os professores da escola básica e os educadores dos museus estejam preparados e dispostos para dialogar com os variados discursos que circulam sobre os temas controversos propostos, reconhecendo os interlocutores e seus pontos de vista e construindo pontes de diálogo entre eles (CONTIER; MARANDINO, 2020, p. 39).

As mediações empreendidas frente às controvérsias sociocientíficas em museus podem transformar exposições tidas como comuns em extremamente interessantes e desafiadoras, propiciando diferentes posicionamentos e debates frutíferos em direção à construção do conhecimento científico e cultural. E, em se tratando da cultura, aqui é entendida como “um valor compartilhado, portanto, os indivíduos têm identidades que incluem componentes culturais e possivelmente de várias culturas diferentes” (SHIM, 2015, p. 104). Concordamos com Martínez-Perez et al. (2011, p. 2) de que “para a conquista da sociedade democrática, é necessário que os cidadãos possuam conhecimentos básicos sobre o funcionamento da Ciência [...], além de estruturar critérios de julgamento moral e ético para avaliação pública das controvérsias científicas e tecnológicas, que se apresentam na sociedade atual”.

Por fim, trabalhar controvérsias sociocientíficas, seja em sala de aula ou em exposições nos museus de ciências, suscitam questionamentos difíceis e respostas igualmente difíceis. No entanto, é preciso somar esforços e seguir, pois furtar os alunos de tais discussões é negar a própria construção do conhecimento. Permitir tais vivências aos alunos pode favorecer a formação para a cidadania e o sentimento de pertencimento democrático em sociedade.

Referências

- ALDEROQUI, S. Museo y escuela: una sociedad posible (entre prólogo y artículo). In: HERRERA, A. R. (org). **Museos y escuelas: socios para educar**. Buenos Aires: Paidós, p. 29-43, 2006.
- ALLARD, M.; BOUCHER, S.; FOREST, L. The Museum and the School. **McGill Journal of Education**, v. 29, n. 2, p. 1-17, 1994. Disponível em: <https://mje.mcgill.ca/article/view/8169>. Acesso em: 12 fev. 2020.
- ALLEN, L.; CROWLEY, K. Challenging Beliefs, Practices, and Content: How Museum Educators Change. **Science Education**, v. 98, n. 1, p. 84-105, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21093>
- ASIMOV, I. **O Colapso do universo**. 5. ed. Tradução de Donaldson M. Garschagen. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.
- AYALA, F. Science, evolution, and creationism. The National Academy of Sciences of the USA. **Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)**, v. 105, n. 1, p. 1-4, 2008.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contrapontos, 1996.
- BEVAN, B.; *Et al.* (Orgs.) **Making Science Matter: Collaborations Between Informal Science Education Organizations and Schools**. Washington, D.C: Center for Advancement of Informal Science Education, 2010. Disponível em: <https://www.informalscience.org/sites/default/files/MakingScienceMatter.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2020.
- BOCHNER, R. Memória fraca e patrimônio queimado. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, v. 12, n. 3, p. 244-248, 2018. DOI: <https://doi.org/10.29397/reciis.v12i3.1611>
- CERATI, T. M.; MARANDINO, M. Alfabetização científica e exposições de museus de ciências. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. extra, p. 771-775, 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/295394>. Acesso e: 16 out. 2020.
- CONTIER, D. F. A ação dos educadores-mediadores de museus e exposições em controvérsias sociotécnicas. 2018. 255f. **Tese** (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2018.
- CONTIER, D.; MARANDINO, M. O trabalho educativo com o tema das controvérsias nos museus e seus desafios. In.: MARANDINO, M.; *Et al.* (orgs.). **Práticas educativas e formação de públicos de museus: relações entre ciência, sociedade e temas controversos**. São Paulo: FEUSP, Cap. 2, p. 29-40, 2020.
- COLOMBO JUNIOR, P. D. Inovações curriculares em ensino de física moderna: investigando uma parceria entre professores e centro de ciências. 2014. 254f. **Tese** (Doutorado em Ensino de Ciências – Ensino de Física), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- DAVIDSSON, E; JAKOBSSON, A. Different Images of Science at Nordic Science Centres. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 10, p. 1229-1244, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500690600969848>
- DEARDEN, R. Controversial Issues and the Curriculum. **Journal of Curriculum Studies**, 13(1), p. 37-44, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1080/0022027810130105>
- DELICADO, A. Scientific controversies in museums: notes from a semi-peripheral country. **Public Understanding of Science**, v. 18, n. 6, p. 759-767, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1177/0963662508098577>
- DUNLOP, L.; VENEU, F. Controversies in Science. To Teach or Not to Teach? **Science & Education**, v. 28, p. 689-710, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00048-y>
- FALK, J.; DIERKING, L. **Learning from Museums**. Visitor Experiences and the Making of Meaning. Lanham: Altamira Press, 2000, 288 p.

- GASPARRI, G. D. Origem da vida: a teoria de A. I. Oparin no ensino de Biologia. 2015. 111f. **Dissertação** (Mestrado em História da Ciência). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2015.
- HENRIQUE, A. B. Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia. 2011. 261f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências – Ensino de Física), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- LEVINSON, R. Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-scientific Issues. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 10, p. 1201-1224, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500690600560753>
- MACDONALD, S.; SILVERSTONE, R. Science on display: The representation of scientific controversy in museum exhibitions. **Public Understanding of Science**, v. 1, n. 1, p. 69-87, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1088/0963-6625/1/1/010>
- MAHNER, M.; BUNGE, M. Is religious education compatible with science education? **Science & Education**, v. 5, n. 2, p. 91-99, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00428612>
- MARANDINO, M. (org.). **Educação em museus: a mediação em foco**. Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Não-formal e Divulgação em Ciências. São Paulo: FEUSP, 2008. Disponível em: <http://www.geenf.fe.usp.br/v2/?p=542>. Acesso em 15 jan. 2020.
- MARANDINO, M.; PUGLIESE, A.; MONACO, L. M.; MILAN, B.; SCALFI, G. **Práticas educativas e formação de públicos de museus: relações entre ciência, sociedade e temas controversos**. Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Não-formal e Divulgação em Ciências. São Paulo: FEUSP, 2020.
- MARANDINO, M.; CONTIER, D.; NAVAS, A. M.; BIZERRA, A.; NEVES, A. L. C. das. **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>. Acesso em 14 abr. 2020.
- MARTÍNEZ-PÉREZ, L.; CARVALHO, W. L. P.; LOPES, N. C.; CARNIO, M. P.; VARGAS, N. J. B. A Abordagem de questões sociocientíficas no Ensino de Ciências: contribuições à pesquisa da Área. In.: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, São Paulo, p. 1-34, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R1606-1.pdf. Acesso em: 17 out. 2020.
- MAZDA, X. Dangerous ground? Public engagement with scientific controversy. In.: CHITTENDEN, D.; FARMELO, G.; LEWENSTEIN, B. (org.). **Creating connections: museums and the public understanding of research**. Walnut Creek: Altamira Press, p. 127-144, 2004.
- MENCK, C. F. M.; GORAB, E.; OLIVEIRA, M. C. de. Origem da vida: um tempo curto para uma experiência bem sucedida. In: MATIOLI, S. R.; FLORA, F. (ed.). **Biologia Molecular e Evolução**. Ribeirão Preto: Holos Editora, Cap. 1, p. 13-32, 2011.
- MEYER, M. From ‘cold’ science to ‘hot’ research: the texture of controversy. Centre de Sociologie de l’Innovation (CSI). **CSI Working Papers Series**. Mines ParisTech, n. 16, 2009. Disponível em: http://www.csi.mines-paristech.fr/working-papers/WP/WP_CSI_016.pdf. Acesso em: 16 out. 2020.
- NAVAS-IANNINI, A. M.; PEDRETTI, E. Preventing Youth Pregnancy: Dialogue and Deliberation in a Science Museum Exhibit. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n. 4, p. 271-287, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/14926156.2017.1381285>
- NAVAS-IANNINI, A. M. Public engagement with critical exhibitions: Insights from a Brazilian and a Canadian science museum. 2018. 237f. **Thesis** (Doctor of Philosophy). Department of Curriculum Teaching and Learning. Ontario Institute for Studies in Education. University of Toronto, Canada, 2018.

- OVIGLI, D. F. B. Prática de ensino de ciências: o museu como espaço formativo. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 133-149, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172011130309>
- 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, p. 1-41, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1080/03057260208560176>
- PEDRETTI, E.; NAVAS-IANNINI, A. M.; NAZIR J. Exploring Controversy in Science Museums: Non-visitors and the Body Worlds Exhibits. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 18, p. 98-113, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42330-018-0014-3>
- REIS, P. Uma iniciativa de desenvolvimento profissional para a discussão de controvérsias sócio-científicas em sala de aula. **Interacções**, v. 4, p. 64-107, 2006. DOI: <https://doi.org/10.25755/int.321>
- RIBEIRO, E.; VIEIRA, C. T. Abordagem de Questões Sócio-Científicas Controversas no 1º Ciclo do Ensino Básico. **Educação: teoria e prática**, v. 24, n. 47, p. 97-117, 2014. DOI: <https://doi.org/10.18675/1981-8106.vol24.n47.p97-117>
- ROCHA, J. N.; SCALFI, G. Alfabetização científica e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente nos museus de ciências. In.: M. MARANDINO; *Et al.* (Org.). **Práticas educativas e formação de públicos de museus: relações entre ciência, sociedade e temas controversos**. São Paulo: FEUSP, Cap. 1, p. 13-28, 2020.
- SÁ, D. M. de; SÁ, M. R.; LIMA, N. T. O Museu Nacional e seu papel na história das ciências e da saúde no Brasil. **Caderno Saúde Pública**, v. 34, n. 12, p. 1-5, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00192818>
- SADLER, T. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, p. 513-536, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- SALMI, H. Evidence of bridging the gap between formal education and informal learning through teacher education. **Reflecting Education**, v. 8, n. 2, p. 44-61, 2012. Disponível em: <http://www.reflectingeducation.net/index.php/reflecting/article/view/115/119>. Acesso em: 16 out. 2020.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/263>. Acesso em: 16 out. 2020.
- SIMONNEAUX, L. Questions Socialement Vives and Socio-scientific Issues: New Trends of Research to Meet the Training Needs of Postmodern Society. In: BRUGUIÈRE, C.; TIBERGHIE, A.; CLÉMENT, P. (Eds.), **Topics and trends in current science education**. 9th ESERA conference Selected contributions. Dordrecht: Springer, v. 1, p. 37-54, 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-7281-6_3
- STEINER, J. E. A origem do universo. **Estudos avançados**, v. 20, n. 58, p. 231-248, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v20n58/20.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2020.
- SHIM, J. Y. Museums taking steps forward: pedagogical apparatus requiring strategic preparation for controversial art. **Multicultural Education Review**, v. 7, n. 1-2, p. 99-107, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/2005615X.2015.1061914>
- SKOLIMOSKI, K. N. Cosmologia na teoria e na prática: possibilidades e limitações no ensino. 2014. 251f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências. Ensino de Física). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- WATANABE, G.; REIS, P. G. R. dos. Controvérsias sócio-científicas e relações de poder: desafios de sua inserção segundo futuros professores de ciências. **Linhas Críticas**, 25, p. 203-227, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26512/lc.v24i0.21585>
- WOOLNOUGH, B. On the fruitful compatibility of religious education and science. **Science & Education**, v. 5, n. 2, p. 175-183, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00428617>

YANEVA, A.; RABESANDRATANA, T. M.; GREINER, B. Staging scientific controversies: a gallery test on science museums' interactivity. **Public Understanding of Science**, v. 18, p. 79–90, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1177/0963662507077512>