



A nossa branquitude
já passou por cima de
quantas pessoas hoje?

decolonize a paisagem
como uma extensão dos
aparelhos do seu corpo.

O ESTUDO DE CONTROVÉRSIAS A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA: O DESASTRE EM BENTO RODRIGUES

MARCELO SILVA CELESTINO*

ALEXSANDRO LUIZ DOS REIS*

FÁBIO AUGUSTO RODRIGUES E SILVA*

RESUMO Este artigo identifica e descreve as controvérsias que foram suscitadas a partir do desenvolvimento de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) sobre os impactos da mineração com alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública estadual. Amparados nas premissas da Teoria Ator-Rede (TAR), seguimos os “rastros” dos diferentes atores participantes da SDI a partir das “translações” nas redes performadas. Constatamos que a SDI contribuiu para a compreensão dos alunos acerca dos impactos de uma exploração minerária, usando como exemplo o desastre em Bento Rodrigues. Consideramos, ainda, que a SDI performa como um objeto sociotécnico a ser utilizado na educação básica para se explorarem temas polêmicos e controversos.

PALAVRAS-CHAVE aprendizagem; mineração; Teoria Ator-Rede.

THE CONTROVERSY STUDY FROM AN INVESTIGATIVE TEACHING SEQUENCE: THE DISASTER IN BENTO RODRIGUES

ABSTRACT This article identifies and describes the controversies that arose from the development of an investigative didactic sequence (SDI) on Mining Impacts with students from the 3rd year of high school in a state public school. Supported by the premises of the Actor-Network Theory (TAR) we follow the “tracks” of the different actors participating in the SDI from the “translations” in the performed networks. We found that SDI contributed to students’ understanding of the impacts of excessive mining using as an example the disaster in Bento Rodrigues. We also consider that SDI performs as a socio-technical object to be used in basic education to explore controversial and controversial topics.

KEYWORDS learning; mining; Actor-Network Theory.

* Universidade Federal de Ouro Preto

1. Introdução

Em 5 de novembro de 2020, o desastre provocado pela empresa mineradora Samarco com o rompimento da Barragem de Fundão na comunidade de Bento Rodrigues, completou cinco anos. Foi um dos piores desastres socioambientais ocorridos no mundo (MILANEZ *et al.*, 2018), com 19 vítimas fatais, além de um desaparecido. Essa tragédia tornou-se, até a presente data, um símbolo de descaso da empresa e do poder público para com os atingidos, o ambiente e a Bacia do Rio Doce.

Alguns dos atingidos padecem diante do tempo excessivo em relação aos processos de reassentamento e à construção de um “novo” Bento Rodrigues, além do pagamento de indenizações, uma vez que suas casas, carros, móveis e eletrodomésticos, entre outros pertences, foram varridos pelo mar de lama de rejeitos. Por sua vez, as questões ambientais também preocupam: espécies da fauna e da flora características da região foram extintas e outras correm o risco de desaparecer, com destaque para a ictiofauna, que é impactada devido à elevação de metais pesados no Rio Doce (LACTEC, 2018) – um rio que já sofria com a ação antrópica em toda a sua extensão, devido à histórica exploração mineral clandestina e com problemas de saneamento básico em toda a sua bacia.

Por outro lado, temos ainda diversos municípios dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo com uma forte retração em suas economias, elevado número de desempregados, além da incerteza do retorno das atividades da empresa. Esse contexto é decorrente do que aqui denominamos de “minerador dependência” (GUIMARÃES, 2018), que caracteriza o quadro econômico de diversos municípios, os quais, por não diversificarem suas atividades, dependem quase que exclusivamente dos *royalties* e de outros impostos decorrentes da atividade minerária. Esse quadro amplia as desigualdades e gera conflitos entre os que precisam da atividade minerária para se manterem e aqueles que buscam justiça devido às consequências do desastre da Samarco em suas vidas.

Ademais, não podemos deixar de mencionar as tribos indígenas, como os Krenak, e as comunidades ribeirinhas, que se encontram em situações de marginalização e de exclusão mais acentuadas. Essas comunidades indígenas não usufruem mais do Rio Doce para suas práticas de subsistência, como a pesca e agricultura, além de não poderem praticar atividades de nado, banho e seus rituais (FIOROTT, 2017).

Diante do cenário apresentado, acreditamos que o rompimento da Barragem de Fundão passa por uma estagnação judiciária, agravando as implicações decorrentes dos rejeitos de lama no meio ambiente, além de criar uma sensação de impunidade e descaso para com os atingidos, que aguardam a resolução desses processos na esfera judicial. Desse modo, temos uma “tragédia processual”, em que diversos atores disputam na Justiça seus interesses (SOUZA; CARNEIRO, 2019).

Com base nessas considerações, entendemos que esse crime socioambiental também nos obriga ou nos impele a trabalhar em uma aula de Biologia a temática da exploração mineral e suas implicações para com a sociedade e o ambiente (SILVA, 2019). Entendemos que essa temática se apresenta como questão sociocientífica controversa, uma vez que muitos atores e nuances vieram à tona passados cinco anos da tragédia.

A utilização de questões sociocientíficas em sala de aula surgiu a partir do Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) por volta dos anos 1970 (GENOVESE *et al.*, 2019). O movimento CTS emergiu com “[...] uma proposta de educação para a cidadania, baseada em abordagens e práticas de ensino capazes de integrar o conhecimento científico com as realidades sócio-culturais, econômicas e políticas locais e globais” (FIGUEIREDO; COUTINHO; AMARAL, 2012, p. 491). Nessa linha, por ainda refletir as consequências das relações CTS para com o Meio Ambiente, “[...] muitos também adotam a sigla CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), que acrescenta o ambiente como mais um foco de análise nas inter-relações da tríade CTS” (SANTOS, 2008, p. 118). As questões sociocientíficas podem, então, ser compreendidas como aquelas situações de problematização que propiciam a inserção de temas complexos e socialmente relevantes em processos de ensino e aprendizagem de ciências (CONRADO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2019).

Por sua vez, as controvérsias sociocientíficas, que são o objeto de análise deste trabalho, segundo Reis (2013, p. 1), são aqui pontuadas como

[...] questões suscitadas por interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente que dividem a sociedade e relativamente às quais diferentes grupos de cidadãos apresentam explicações e possíveis soluções que são incompatíveis, baseadas em crenças, compreensões e valores incompatíveis.

Ainda nessa vertente, Sadler e Zeidler (2004) asseveram que as questões controversas não nos levam a conclusões simples, uma vez que elas envolvem outras questões como dilemas éticos e morais. Para muitos pesquisadores, a discussão e o debate de questões controversas em sala de aula podem contribuir para o ensino e a aprendizagem dos alunos, pois criam oportunidades de compreensão acerca das relações que envolvem aspectos da natureza, tecnologia, sociedade, meio ambiente, entre outros (REIS, 1999; LEVINSON, 2001; RAMOS; SILVA, 2007; VIEIRA; BAZZO, 2007; AULER; GALVÃO; REIS, 2008; FORGIARINI, 2009).

A análise das controvérsias a partir de temas polêmicos contribui ainda para a educação científica dos alunos, aqui entendida, conforme Reis (2013, p. 7), como aquela

[...] centrada tanto na construção do conhecimento como no desenvolvimento de capacidades (por exemplo: de pesquisa, análise e interpretação de informações; argumentação; resolução de problemas) e atitudes (por exemplo, respeito, tolerância, democracia) necessárias à autonomia intelectual dos cidadãos e ao exercício da cidadania.

Nessa perspectiva, Duso e Hoffmann (2013, p. 68) pontuam que a educação científica, também, proporciona

[...] aos estudantes o conhecimento sobre o tipo de raciocínio que motiva os governos, os cientistas e os grupos de protesto, além de uma compreensão mais realista do desenvolvimento científico e tecnológico, no seu contexto social e político e do seu impacto no público em geral ou em determinadas comunidades.

À vista disso, para mobilizar as controvérsias socioambientais inerentes ao crime da Samarco, foi desenvolvida uma Sequência Didática Investigativa (SDI), fruto de um produto educacional (CELESTINO, 2019). As SDI se apresentam como um conjunto planejado de atividades de acordo com os objetivos traçados, tendo início, meio e fim conhecidos (ZABALA, 1998). A proposta de ensino desenvolvida ofereceu aos alunos do 3º ano recursos e oportunidades em que eles puderam trabalhar, de forma investigativa (RATZ; MOTOKANE, 2016), um tema polêmico como a mineração e, por conseguinte, suas implicações para a sociedade e o ambiente.

Nesse sentido, acreditamos que abrimos oportunidades de aprendizagem contextualizada e situada (COUTINHO; MATOS; RODRIGUES E SILVA, 2014) para discutir os problemas socioambientais advindos do rompimento da barragem da Samarco em Bento Rodrigues com a finalidade de assumir a mineração como um tema necessário para a educação científica, principalmente na Região do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais. Esse é um tema que propicia um olhar mais amplo e crítico sobre os processos de exploração mineral e que mobiliza questões e elementos “inerentes à política, sociedade, cultura, história, ciência e tecnologia evidenciando a hibridação entre esses diferentes fatores que nunca estão isolados, mas em que relação constroem o mundo ou diferentes realidades” (SILVA, 2019, p. 30).

Portanto, apresentamos neste trabalho alguns episódios em que evidenciamos as controvérsias que emergiram na SDI, amparando suas análises nos preceitos teórico-analíticos da Teoria Ator-Rede (TAR) (LATOUR, 2012) pormenorizada a seguir.

2. A Teoria Ator-Rede e as contribuições de Bruno Latour

A TAR surgiu na década de 1980, na França, a partir de análises que identificavam como elementos da Sociedade, Ciência e Tecnologia se relacionavam nos processos de produção de conhecimentos tecnocientíficos (LATOUR; WOOLGAR, 1997). Esses elementos foram designados de actantes; ou seja, quaisquer elementos humanos ou não humanos que poderiam se relacionar e que, nessa associação, pudessem deixar algum rastro (LATOUR, 2000). Pontuado o conceito de actante, trazemos outros preceitos relevantes para a compreensão da TAR, dentre os quais destacamos: a simetria generalizada, as traduções (ou translações) e as redes.

A simetria generalizada se ampara na ideia de não haver dicotomia entre homem e natureza. Isto é, todos os elementos nos fluxos e nas associações possuem a mesma importância em uma análise sociológica e não podem ser tomados como isolados. Latour (1996, p. 24) também ressalta que, na simetria generalizada, não apenas “[...] o erro e o acerto devem ser simetricamente estudados, mas, principalmente, a natureza e a sociedade”.

Por sua vez, as traduções, também conhecidas como “translações”, são entendidas, segundo Praude (2015, p. 3-4), como o

[...] deslocamento e transformação de uma coisa em outra. A tradução persiste na associação entre actantes, constituindo um processo que produz a diferença, produz algo novo. Tradução é qualquer ação que um actante realiza a favor de um outro actante. Tradução corresponde ao fluxo de movimentos e transporte, a tudo o que se faz para que um ponto se ligue a outro. No processo de mediação, as transformações estão relacionadas com premissas, estratégias e métodos que são articulados em prol de um objetivo.

Outro delineamento da tradução se ampara em Moraes (2004, p. 326), no qual ela “[...] não significa apenas a mudança de um vocabulário para outro, mas, acima de tudo, de acordo com um deslocamento, um desvio de rota, uma mediação ou invenção de uma relação antes inexistente e que, de algum modo, modifica os atores nela envolvidos”.

No que diz respeito à concepção das redes, estas podem ser compostas tanto por elementos humanos como não humanos, sendo mais fortes do que partes de seus elementos sozinhos (LAW, 1992). Nessa linha, Latour (2012) também conceitua as redes como um agregado de relações que se transformam e afirma que a tarefa de quem se propõe a analisá-las é construir relatos que identificam os atores e suas ações. Ele destaca, ainda, que “ao contrário de simplesmente transportar efeitos sem transformá-los, cada um dos pontos no texto pode ser um ponto de desvio, um evento ou a origem de uma nova tradução” (LATOURE, 2012, p. 189).

Acreditamos na escolha da TAR como suporte para as análises da situação de ensino performada pela SDI sobre os Impactos da Mineração, uma vez que a teoria nos permite compreendê-la como uma prática sociomaterial (REIS, 2018; CELESTINO, 2019; SILVA, 2019). Assim, por meio das relações entre humanos e não humanos, podemos analisar relações, associações, fluxos, movimentações e ações durante as translações dos actantes nas redes.

Cabe aqui ressaltarmos que em nosso estudo nos valem, também, da Cartografia das Controvérsias (CdC), que, em linhas gerais, emerge como uma “[...] metodologia para mapear problemas complexos e traçar novos cenários possíveis de mundo” (ALLAIN, 2015, p. 7). Nas palavras de Venturini (2010), para a compreensão de uma controvérsia já estabilizada, não se pode tomar um actante por isolado, mas as

entidades atores-rede que foram performadas e pelas quais os elementos humanos e não humanos negociam e renegociam seus papéis, redefinindo, dessa forma, suas próprias identidades.

Portanto, temos aqui uma translação de nossos interesses, que associam a TAR e a CdC para pensar um processo de educação científica. Enquanto a TAR se apresenta com um enfoque mais teórico, a CdC é mais metodológica (VENTURINI, 2010). A partir da adoção da CdC, é possível, ainda, visualizar os “rumos” tomados pelos actantes nas redes formadas além de possibilitar “seguir” as disputas entre as entidades humanas e não humanas e entre grupos e antigrupos.

Logo, entendemos que, a partir da adoção da CdC, foi possível abrir a “caixa-preta” da tragédia em Bento Rodrigues e mobilizar controvérsias durante a SDI. Ademais, após enredarmos as nuances do desastre, além de expor as principais concepções da TAR, apresentamos, a seguir, o caminho metodológico percorrido para o desenvolvimento da SDI e, por conseguinte, as controvérsias suscitadas a partir das translações entre os actantes.

¹ Segundo Latour (2000), o termo “caixa-preta” é definido como um componente rígido, de alta complexidade, sendo resultado de fluxos, movimentações, associações e disputas que vão emergindo nas redes.

3. O caminho metodológico percorrido

As SDI constituem-se em estratégias para o desenvolvimento de um conjunto de atividades em qualquer nível de ensino (CASCAIS; TERÁN, 2013). Outro entendimento desenvolvido por Zabala (1998, p. 20) nos diz que “As sequências de atividades de ensino/aprendizagem, ou sequências didáticas, são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática”. Guimarães e Giordan (2013) apresentam que, a partir do desenvolvimento da SDI, o professor pode passar por mudanças que possibilitam o seu desenvolvimento profissional. É o professor que formula, identifica e propõe as condições de se executar a SDI, podendo, ainda ao seu término, avaliar os seus resultados.

O planejamento, o desenvolvimento e a avaliação da sequência investigativa foram realizados pelo primeiro autor do artigo em uma escola da rede pública de ensino em uma cidade do interior de Minas Gerais. Esse tipo de intervenção é comum nas pesquisas em ensino e aprendizagem, nas quais há uma hibridação entre o papel do professor e o do pesquisador. Espera-se que o processo de investigação e reflexão

2 Aqui, ressaltamos que a empresa Vale era detentora, juntamente com outra empresa, a anglo-australiana BHP Billinton, do controle acionista da empresa responsável pela tragédia em Mariana: a Samarco. Este tipo de associação, em que duas empresas controlam uma outra, é denominado de *joint venture*, termo cunhado do inglês e que significa “empreendimento conjunto”, em que as empresas estão ligadas por um contrato (BERALDI, 2001). Em 25 de janeiro de 2019, a Barragem da Mina do Córrego de Fundão da mineradora Vale S.A., localizada no município de Brumadinho, também se rompeu, vitimou centenas de pessoas e causou prejuízos por toda a Bacia do Rio Paraopeba, um dos afluentes do Rio São Francisco (FREITAS *et al.*, 2019).

promova um desenvolvimento profissional docente situado e mais reflexivo (SILVA; COUTINHO, 2016). Entretanto, essa hibridação exige cuidados como a explicitação de suas premissas e visões de mundo e o compromisso com os referenciais teóricos e com o que é observado. Espera-se, também, que o professor/pesquisador procure trabalhar com as evidências, e não com as suas expectativas.

No que se refere à cidade, esta possui intensa atividade minerária, realizada por grandes empresas, como a Vale S.A.,² tendo, ainda, seus moradores e o ambiente impactados direta ou indiretamente pelos efeitos dessa exploração.

A turma que desenvolveu a SDI era do 3º ano do ensino médio, turno matutino, com 35 alunos presentes no dia de sua realização. Ressaltamos que o desenvolvimento da SDI se apresentou sem prejuízo acadêmico algum para os alunos. A temática abordada, no caso a mineração, está contemplada, nas diretrizes dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) como tema desencadeador para discussão, desenvolvimento de competências e habilidades para se entender seu contexto histórico e sociocultural (BRASIL, 1998). Entretanto, esse enfoque, mais situado e problematizado da mineração, não nos parece recorrente nas aulas de Ciências e de Biologia (REIS, 2018; CELESTINO, 2019).

A SDI teve seus registros captados em áudio e vídeo, além da adoção de um caderno de campo para o professor pesquisador tecer suas impressões acerca das atividades da SDI. O caderno de campo, também conhecido como diário de campo, nas palavras de Oliveira (2014, p. 74):

[...] apresenta inúmeras possibilidades de utilização que envolvem a abordagem qualitativa de cunho (auto)biográfico. Nele, podem ser registradas tanto as perspectivas que o/a pesquisador/a tem ao iniciar a pesquisa como as diversas teias que envolvem cada momento, do campo de pesquisa/lócus ao diálogo com os escritos que emergiram das diversas observações.

A produção realizada pelos alunos durante a sequência, como vídeos, relatos escritos e maquetes, entre outras, foi arquivada à medida que as atividades da SDI eram encerradas. Esses materiais foram a base para nossas análises, a fim de se investigarem as controvérsias que emergiram no desenvolver da sequência.

Pautados nessas informações, a seguir, expomos e, logo após, descrevemos os momentos que perfazem a SDI, conforme o Quadro 1. Ressaltamos, ainda, que cada aula da SDI teve a duração de 50 minutos.

Quadro 1- Estrutura da Sequência Didática

Momentos	Nº de aulas	Atividades
1	1	Levantamento de informações sobre os impactos da Mineração
2	1	Análise e discussão da reportagem sobre os royalties da Mineração
3	1	Socialização das informações obtidas das questões investigadas
4	1	Exibição de trechos do vídeo sobre o “Balanço dos seis meses após o desastre da Samarco”
5	1	Roda de conversa com abordagem ambiental
6	2	Apresentação do modelo de mineração aos alunos

Fonte: elaborado pelos autores

A partir da estrutura apresentada, o primeiro momento caracteriza-se pela mobilização do professor aos alunos com vistas a um levantamento de informações sobre o rompimento da barragem em Bento Rodrigues. Desse modo, nessa primeira etapa, os alunos ficaram incumbidos de responder a um questionário com 11 perguntas relativas ao desastre. Assim como Latour (2012), entendemos que, a partir da resolução desse questionário, haveria a formação de grupos e antigrupos, que, em conjunto com o professor, poderiam identificar as implicações e as nuances do rompimento da barragem.

Para agregar mais elementos à rede de atores da SDI, o segundo momento apresentava-se como uma oportunidade de os alunos se mobilizarem a partir de duas reportagens que envolvem a temática da economia vinculada à atividade minerária. Na primeira reportagem, os alunos foram levados a discutir e refletir sobre a destinação dos *royalties* pagos pela Vale para a cidade de Mariana. Por sua vez, a segunda instigou os alunos a analisarem os lucros obtidos trimestralmente pela empresa Vale. Entendemos que, a partir desse segundo momento, os alunos tiveram a oportunidade de discutir e debater a questão econômica e, por conseguinte, o retorno que a cidade e os moradores de Mariana têm da atividade minerária.

O terceiro momento apresentado no Quadro 1 nos remete à socialização das informações de uma pesquisa, a qual os alunos ficaram incumbidos de realizar em casa. Tal pesquisa amparou-se em um conjunto de questões envolvendo as implicações do desastre para a cidade de Mariana, os diferentes processos de extração minerária e os efeitos da mineração para a sociedade, a fauna, a flora e o Rio Doce. Acreditamos que,

ao realizarem essa etapa, os alunos poderiam analisar quais pontos de vistas os diferentes meios de comunicação difundem para a sociedade sobre a tragédia em Mariana.

O quarto momento da SDI consistiu na apresentação de um vídeo gravado *in loco*, extraído de um encontro entre representantes da sociedade civil, indígenas e autoridades do Executivo, do Legislativo e do Judiciário, em que se fez um balanço decorridos seis meses do rompimento da barragem em Fundão. Nesse momento, asseveramos que foi uma oportunidade para os participantes da SDI compreenderem os rumos da tragédia após seis meses em diferentes áreas, como a judiciária, a ambiental e a econômica, entre outras.

O penúltimo momento oportunizou aos alunos uma conversa com um representante do Poder Executivo. Acreditamos que, nesse momento da SDI, os alunos poderiam ter uma visão mais ampla dos entraves que abrangem uma cidade caracterizada por séculos de exploração minerária em seu entorno.

No sexto e último momento da SDI os alunos utilizaram a criatividade e apresentaram um modelo mais sustentável de mineração a partir do método de “Lavra a Céu Aberto”, visando, ainda, à minimização dos impactos ambientais. Consideramos que, nessa última etapa, haveria a produção e a disseminação de distintos conhecimentos (MOTOKANE, 2015), além da possibilidade de os alunos compreenderem o quão complexo e impactante é a exploração minerária.

4. Análise dos episódios selecionados

A partir da apresentação dos seis momentos da SDI, evidenciamos quatro episódios durante a sequência, em que descrevemos e analisamos as controvérsias que emergiram a partir das translações entre os diferentes atores imersos nas redes performativas. No primeiro episódio, destacamos o momento quando levantamos as informações sobre “os impactos da mineração” entre os alunos. O segundo episódio expôs as controvérsias suscitadas a partir de uma indagação sobre o desastre em Mariana. No terceiro, evidenciamos as controvérsias a partir da leitura e da discussão de reportagens que traziam aos leitores implicações do desastre no âmbito econômico. No quarto e último episódio, apresentamos as controvérsias decorrentes de um bate-papo entre um representante do poder público municipal e os alunos e o professor.

Ademais, enfatizamos que todos os nomes apresentados no decorrer das análises são fictícios com vistas à preservação das identidades dos participantes da sequência investigativa.

4.1. Levantando informações sobre os impactos da mineração

O início da SDI aconteceu em uma sala interativa conhecida pelos alunos como “Laboratório de Biologia”. Anteriormente, o professor organizou o laboratório perfilando as carteiras em quintetos. Ao adentrarem o laboratório, os alunos apenas tiveram que se organizar nessas carteiras de maneira aleatória entre seus pares.

Organizados, eles ouviram os cumprimentos do professor e as suas orientações sobre as atividades que ocorreriam naquela manhã. O professor entregou a cada quinteto uma lista denominada “Levantamento de Informações”, que deveria ser respondida em uma “folha de respostas”. A lista continha 11 perguntas, conforme mostrado no Quadro 2:

Quadro 2- Questionário “Levantamento de Informações”

1) Você conhece alguma mineradora que atua na nossa região? Se sim, qual(is) você conhece? Você sabe quais os bens materiais que elas exploram?
2) Você possui algo que é proveniente do minério de ferro?
3) Quais são os benefícios que as mineradoras podem proporcionar para a sociedade, o meio ambiente, as ciências e a tecnologia entre outros?
4) Você conhece algum problema que as mineradoras podem causar para a comunidade, o meio ambiente, a ciência e a tecnologia entre outros? Se sim, cite alguns.
5) Quem são os donos ou acionistas (titular que detém ação ou ações de empresa) das mineradoras?
6) Essas empresas investem de forma eficaz nas áreas onde atuam, nos seus funcionários, na recuperação das áreas degradadas, na comunidade e no ambiente afetado pela exploração mineral? Comente.
7) De 0 a 10, sendo 0 o mínimo e 10 o máximo, qual o seu nível de satisfação com as mineradoras? Justifique.
8) Referente ao desastre da Samarco, você acha que era possível ser evitado? Comente.
9) Quais foram as consequências do desastre? Trouxe mortes de seres humanos, de animais domésticos, da fauna silvestre e/ou da flora?
10) Na sua opinião, o que os atingidos pelo rompimento da barragem perderam em relação à cultura (tradição, crença, costumes), à saúde (física e mental), ao social (problemas financeiros, de relacionamento), aos direitos (documentos, registros) e à perda material (objetos, bens de valor)? Exemplifique sua resposta.
11) É possível uma alternativa de exploração de minério que traga menos malefícios para o meio ambiente e menos riscos para a população? Justifique.

Fonte: elaborado pelos autores

Realizada a leitura, a discussão em voz baixa das respostas nos quintetos formados e, por conseguinte, o registro em folhas de papel, começou uma discussão geral a respeito das perguntas do questionário. Sobre a pergunta de número 5, temos:

Professor: “Questão 5: Quem são os donos ou acionistas (titular que detém ação ou ações de empresa) das mineradoras?”.

Ricardo: “Se o Alex (prefeito da cidade de [...]) valorizasse a Vale, mas, ele não valoriza”.

Professor: “Por quê?”.

Ricardo: “Sempre está cobrando dinheiro que a Vale deve para o município”.

Professor: “E, de que forma, você acha que ele deve valorizar a mineradora?”.

Ricardo: “Trazendo a mineradora para o município, mais próxima do trabalhador, ajudar no transporte. Porque, se ele [prefeito] mete o pau na mineradora, ele está atingindo o funcionário da empresa, porque se ele está cobrando da mineradora todo ano, no caso aqui da Vale”.

Professor: “Então, você acha que a cobrança em si, do prefeito com a mineradora, é muito?”.

Ricardo: “Sim”.

Notamos que Ricardo se desviou da pergunta de imediato, apresentando-se como “porta-voz” (LATOURE, 2012) do seu grupo em uma defesa da empresa. Esse ponto de vista, o qual já defende a valorização da empresa, fica evidenciado quando ele elenca uma série de medidas que o prefeito deveria tomar para “valorizar” a empresa Vale. A partir da fala de Ricardo, evidencia-se, também, sua discordância com as críticas que o prefeito faz em relação a cobranças financeiras contra a Vale. Sua posição vem de encontro com os preceitos da TAR, segundo a qual, a partir de uma questão polêmica, são formados os grupos e antigrupos (LATOURE, 2012). Ou seja, os grupos que se mobilizam em prol de um ponto, como na defesa de Ricardo em relação à empresa Vale, e os antigrupos compostos por outros indivíduos que se mobilizam em posição antagônica, como pode ser observado nas falas de Maria Luíza:

Maria Luíza: “Elas [as empresas] investem de forma mínima. Eles tentam, tipo, mascarar o que elas fazem. A Vale vem com esse negócio, com a proposta de reflorestamento. Ela tira a mata nativa e coloca eucalipto. Isso não está repondo nada, não está de forma correta”.

Observamos que Maria Luíza foi enfática no que diz respeito à não preocupação da Vale na reconstituição do ambiente após a exploração de algumas áreas. Ela se sensibilizou com a degradação ambiental, demonstrando preocupação com o fato de as áreas

exploradas terem seu replantio apenas com eucalipto. Notamos que, a partir desse posicionamento, a aluna traz para a discussão as consequências negativas da atuação da mineradora e, por conseguinte, o não restabelecimento e reequilíbrio dos ecossistemas.

Logo, nesse primeiro momento de discussão geral entre os grupos e o professor, identificamos duas mobilizações antagônicas dos alunos a partir da questão 5. Acreditamos que essas mobilizações iniciais são relevantes, uma vez que, a partir de uma disputa, a atividade proposta mobilizou os grupos e antigrupos, que são formados a partir da arregimentação de diferentes aliados (VENTURINI, 2010). De um lado, Ricardo mobiliza a Vale, o prefeito da cidade, o dinheiro obtido pela mineração, o trabalhador e o transporte para defender a mineradora. Já Maria Luíza traz para a discussão, também, o pequeno investimento da empresa, a mata nativa, o eucalipto, permitindo performar uma visão pouco favorável à empresa.

Valendo-nos, ainda, da TAR, temos que essas interações entre professor, alunos e questionário são o “embrião” para a formação das redes, seus fluxos e movimentações, por meio das associações entre esses atores citados, que virão a ser performadas. Salienciamos também que as movimentações nessas redes jamais se fecham e podem ter, a todo o momento, outros elementos agregados em sua estrutura (LATOURE, 2012). Nessa perspectiva, apresentamos a seguir as controvérsias suscitadas a partir da discussão de outra questão do questionário.

4.2. *Controvérsias suscitadas pelo desastre da Samarco*

A questão número 8 traz uma indagação referente ao desastre em Mariana. Nesse cenário, percebemos que a rede de actantes se expandiu, avolumando, também, os fluxos e as associações da rede, uma vez que as translações ocorriam, a todo o momento, em torno de uma questão tão polêmica e controversa.

Apresentamos os turnos de fala que emergiram a partir da questão 8, na qual os alunos foram indagados sobre como o desastre poderia ter sido evitado.

Professor: “Questão 8. Referente ao desastre da Samarco, você acha que era possível ser evitado?”.

André: “Era possível evitar caso fosse monitorado, caso colocasse algum alarme. Na hora que tivesse acontecendo alguma coisa, acionasse, para alertar o povo, o pessoal da cidadezinha lá”.

Lucas: “Talvez, se fizessem uma revisão de tempos em tempos na barragem para ver como ela estava”.

Professor: “Ok”.

André: “Porque eles falam que fizeram acionamento e tudo mais, mas deu para ver que não foi, porque se não teria alguém avisado de começar a ocorrer o desastre”.

Professor: “Ótimo! Mais alguém?”.

Ricardo: “A mídia falar para a gente que queria saber sobre o acontecido, né? Teve a fiscalização, duas muito fortes em 2007, 2012, só que a Samarco não atendeu essas exigências de fiscais. E teve poucas barragens para muito rejeito”.

Saulo: “Tipo assim, quiseram usar a barragem sempre acima do limite”.

Professor: “Mais alguém?”.

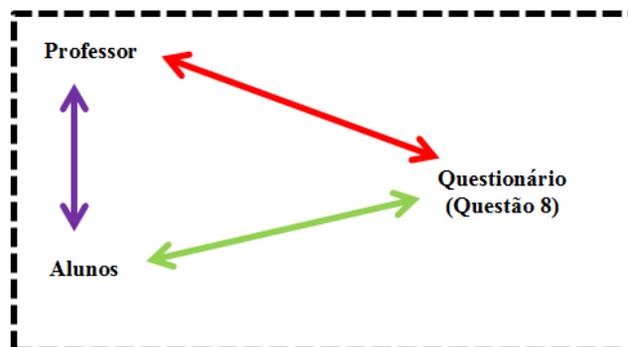
Heitor: “A gente acha que poderia ser evitado, porque não foi um acidente, foi um crime e eles pensaram apenas neles, eles pensam no lucro, não fizeram nenhuma estratégia de evacuação, caso tivesse acidente, tanto que estourou lá e eles ficaram sabendo quando a lama já estava chegando e trouxe as mortes. Então, não teve como a população se salvar”.

Jorge: “Eles, também, não arrumaram nenhuma forma de dar um alerta se caso a barragem rompesse, nenhuma forma para tentar avisar a população de forma imediata para que eles pudessem pelos menos sair. Tipo, foram as pessoas que viram a lama descer, que já foram avisando as outras”.

Professor: “Ótimo!”.

Amparados nesses turnos de fala, apresentamos o Diagrama 1, no qual observamos as mobilizações empreendidas entre professor, alunos e questionário (questão 8):

Diagrama 1- As mobilizações empreendidas dos actantes na SDI



Fonte: elaborado pelos autores.

Fonte: elaborado pelos autores

A partir do diagrama apresentado, destacamos os actantes da rede sociomaterial performada (retângulo com linhas tracejadas), mostrando, ainda, as interações entre eles. A seta dupla vermelha apresenta a mobilização do professor com o questionário (uma vez que foi ele o responsável pela formulação das perguntas passadas aos alunos). Por sua vez, a seta dupla verde apresenta as interações dos alunos (quintetos formados) com o questionário (questão 8). Por fim, após lerem, discutirem e debaterem as perguntas da questão de número 8, os alunos, novamente, interagiram com o professor – seta dupla roxa.

Ainda a partir do trecho apresentado, entendemos que a abordagem de questões controversas mobilizou a argumentação por parte dos alunos. Observamos que, para André e Jorge, a tragédia em Bento Rodrigues poderia ter sido evitada. Em suas argumentações, eles trazem os seguintes elementos: as ausências de um alarme e de fiscalização e o volume de rejeitos na barragem.

Sabemos que no dia do desastre não houve nenhum alerta sonoro para evacuação da população de Bento Rodrigues (SERRA, 2018). Foram os próprios moradores, com veículos próprios, caminhando ou correndo de casa em casa, que passaram a informação uns aos outros de que a barragem havia se rompido. Para Lucas, não houve uma fiscalização adequada pelos órgãos competentes conforme, inclusive, foi atestado no inquérito da Polícia Civil de Minas Gerais (AGÊNCIA MINAS GERAIS, 2016). Caso a fiscalização tivesse cumprido seu papel, poderia ter verificado que a Barragem de Fundão operava com problemas e acima do seu limite.

Ressaltamos aqui que, no que se refere à fiscalização propriamente dita, há uma informação trazida por Ricardo de que, segundo a mídia, houve duas fortes fiscalizações nos anos de 2007 e 2012. Entretanto, a Samarco não cumpriu com o que foi pedido. Por fim, destacamos a fala de Heitor, a qual nos permite pensar que está performando uma compreensão diferente em relação ao que é veiculado por alguns órgãos da imprensa, que usam o termo acidente para se referir ao rompimento da barragem.

Em resumo, percebemos que a questão 8 mobilizou nos alunos diferentes pontos de vistas sobre como o desastre poderia ter sido evitado. Ela trouxe para a rede tanto a falta de fiscalização periódica na barragem e a adoção de medidas para a prevenção de desastres como a colocação de alarmes em torno da cidade caso houvesse alguma falha estrutural na barragem, o que suscitou a sensação de indignação e impunidade nos alunos.

Portanto, como defendido por Venturini (2010, p. 268), as controvérsias podem ser comparadas ao magma, uma vez que “[...] a dinâmica sociomaterial é construída, desconstruída e reconstruída em um movimento duplo e contínuo de liquefação e solidificação”.

4.3. As controvérsias a partir da leitura e discussão de reportagens

Dando prosseguimento à apresentação e à análise dos episódios, tivemos mais uma atividade proposta aos alunos. Cada quinteto recebeu duas fotocópias de reportagens de jornais, que deveriam ser lidas e debatidas. Ao final, cada quinteto formularia uma proposição crítica acerca daquelas notícias para uma discussão geral entre eles. Apresentamos o Quadro 3, em que identificamos as reportagens repassadas aos alunos, bem como a fonte e suas respectivas datas de publicação.

Quadro 3- Reportagens sobre o desastre de Mariana

Reportagem	Fonte	Data
1) “ <i>Royalties</i> : cidade fica com 0,7% do lucro”	Jornal O tempo	10 de novembro de 2015
2) “Lucro de um mês da Samarco paga multa milionária por tragédia”	Jornal Estado de Minas (<i>on-line</i>)	13 de novembro de 2015

Fonte: elaborado pelos autores

Após a leitura das reportagens e, por conseguinte, sua discussão nos quintetos, o professor mobilizou os grupos para um debate que girava em torno do repasse dos lucros da empresa Samarco como pagamento de multa à cidade de Mariana. Os grupos deveriam debater se a destinação do dinheiro pago pela empresa deveria ser repassada normalmente à Prefeitura de Mariana ou se esse dinheiro deveria ressarcir os atingidos pelo rompimento da barragem. Pontos de vistas controversos tornaram-se evidentes, conforme os trechos das falas de José e Luiz:

Professor: “Gente, aqui, a discussão está importante. O grupo de cá questiona que é importante a contribuição que vem para o município e que, no momento, não tem como ressarcir, que, no momento atual, não tem como ressarcir a população. O grupo de cá já questiona a questão que a população até agora não recebeu nada, quem tá recebendo ou se recebeu alguma coisa foi”.

José: “Uma coisa que não colocou no jornal e eu acho que ficou repercutindo muito tempo na mídia foi que o Ministério do Trabalho, juntamente com a CEIF [quis dizer CFEM – Compensação Financeira por Exploração de Recursos Minerais] e o Governo sempre está cobrando para reerguer a Mina, foi uma perda muito grande, teve mortes, é claro, mas se a empresa faliu, pressionando a Vale e a BHP pelo ocorrido, ela tem que se reerguer primeiro para depois se preocupar com os familiares. Então, depois, como vai colocar funcionários na empresa. É uma análise que eu acho crítica, e não colocou”.

Luiz: “Eu acho que não. A empresa é bilhonária, trilhonária. Eles não têm que se reerguer antes. Eles assumiram o compromisso ambiental. Quando você faz isso, ninguém questionou nesse sentido o tempo que vai demorar para o meio ambiente se reerguer, que é muito mais tempo que a empresa vai demorar. Ela precisa cumprir com o compromisso ambiental e social. Porque ninguém perguntou como aquelas famílias vão se reerguer. Depois, a empresa pensa como arrecadar lucro de novo. Ela deveria ter estrutura para isso acontecer e se ela tivesse agido de acordo com os termos ambientais, igual acontece com no Pará onde a mineração não deixa resíduo, isso não teria acontecido”.

Nas palavras de José, a empresa “faliu” e, só apenas depois de se reerguer financeiramente, deveria se preocupar com as compensações financeiras, como as indenizações para os atingidos. O discurso dele se revelou a favor da empresa, mobilizando os seguintes actantes: o Ministério do Trabalho, a CFEM, o Governo, a Vale, a BHP e os funcionários da Samarco.

Nas disputas suscitadas pelas controvérsias, os grupos que se contrapõem bem como suas contraposições não podem ser ignorados (VENTURINI, 2010). Portanto, se pretendemos trabalhar com as controvérsias suscitadas pelo desastre da Samarco, o posicionamento de José tem que ser levado em consideração, uma vez que, numa rede, um ator jamais deverá ser tomado como isolado. Não é momento de estabilizar a controvérsia, pois quando “[...] tudo se estabiliza, se torna um fato concreto, até o momento em que novos problemas surgem e a rede da qual faz parte se torna novamente visível” (LATOURETTE, 2001, p. 353). Com a instabilidade gerada pela disputa de grupos, temos a possibilidade de movimentarmos os muitos interesses que mantêm as diferentes redes articuladas.

Luiz entende que a empresa deveria cumprir imediatamente os compromissos que pairavam sobre a revitalização do ambiente destruído pela lama além do

compromisso social para com as famílias atingidas. Na opinião desse aluno, não há preocupação alguma por parte da empresa em relação ao tempo que o ambiente levará para se restabelecer, tendo, por conseguinte, a possibilidade de reequilíbrio dos ecossistemas. Ademais, o aluno se mostrou preocupado com a reestruturação das famílias pós-desastre. Em sua fala, ele mobilizou o compromisso ambiental, o ambiente, as famílias atingidas e o lucro da empresa.

Expostas essas posições, podemos identificar uma controvérsia “boa” ou “quente”, aquelas que geram discussões e debates a partir dos grupos e antigrupos formados (LATOURET, 2012), como nos turnos de fala apresentados por José e Luiz, respectivamente. Não obstante, também, é imprescindível, aqui, ressaltarmos que a partir da discussão de uma questão controversa foi possível observar a não imparcialidade nas falas dos alunos. Ou seja, à medida que as discussões ganhavam corpo, uma gama de fatores nos discursos dos alunos, no caso José e Luiz, vinha arraigada de preceitos éticos e morais e com influências externas.

Portanto, propiciamos aos participantes, nesse momento da SD, a construção de concepções e argumentos perante as controvérsias do desastre. Oportunizamos, ainda, aos quintetos ouvir uns aos outros de maneira respeitosa e democrática, ampliando as perspectivas em torno dessas controvérsias (VENTURINI, 2010).

4.4. Bate-papo com o secretário de Meio Ambiente: as controvérsias dentro do próprio poder público

3 Com vistas à preservação de sua identidade, o secretário não teve seu nome revelado.

No último episódio escolhido para este trabalho evidenciamos mais controvérsias a partir da SDI. Neste momento da sequência, o professor fez um convite para o secretário de Meio Ambiente da cidade. Apresentamos um trecho deste bate-papo entre os alunos e o secretário.

Ezequiel: “O que a Prefeitura hoje de [...] investe os *royalties* recebidos?”.

Secretário: “Os *royalties* são destinados à educação, meio ambiente e refloresta, e nas alternativas para quando o minério acabar. O que nós estamos fazendo hoje é querendo melhorar as empresas, as empresas diferentes para Itabirito e o resto é para investir praticamente em Educação e Saúde”.

Não satisfeita com a resposta, Juliana o interpelou:

Juliana: “Eh! Assim, procuramos saber mais disso na Prefeitura. Eh! Nós procuramos o vereador [...] e ele, assim, até surpreendeu a gente, porque vereador deveria saber dessas coisas e não soube me responder com o que foi gasto o dinheiro dos *royalties*. A gente foi, estava marcado com a Elisângela que trabalha no Ministério da Fazenda, a gente conversou com ela e ela até entrou em contradição com a outra pessoa que a gente conversou, porque ela disse que, assim, que no Portal da Transparência tem lá com o que foi gasto esses *royalties*, só que não tem notas, entendeu? Não tem notas com o que foi realmente gasto com aquilo, é muito fácil falar! Mas não tem nada comprovando que realmente foi gasto com aquilo!

Então, a gente procurou saber sobre essas notas para realmente confirmar o que foi gasto, uai!

Secretário: “Então, você está querendo que seja uma prestação física, peguei dez reais aqui e tá a nota fiscal aqui?”.

Juliana: “Sim”.

Orientados pela TAR, temos que “as controvérsias surgem quando ideias, coisas e simplificações que costumavam ser aceitas começam a ser questionadas e discutidas e entram em embate” (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 73). Esse contexto é evidenciado pela fala de Juliana, que não concordou com o secretário quando este afirmou que os *royalties* pagos pelas empresas da mineração eram destinados para áreas como educação e meio ambiente.

É nesta disputa entre Juliana e secretário que observamos que as “coisas” ainda não foram estabilizadas. Ou seja, a controvérsia ainda não foi fechada em uma caixa-preta, não produzindo um consenso entre os actantes das redes (LATOURE, 2012). À vista disso, também, somos levados a entender que as controvérsias “[...] são ocasiões de conflito, negociação e debates, nas quais os atores discordam entre si, ou mais ainda, quando concordam que estão em desacordo” (VENTURINI, 2010, p. 265).

Nessa lógica, acreditamos que esse “fórum híbrido” (CALLON *et al.*, 2011) proporcionado pela SD foi um espaço de negociação entre actantes, como, por exemplo, nas discussões pautadas nos investimentos que a cidade fazia com o recebimento dos *royalties* provenientes das empresas.

Destacamos que, em condições de aulas regulares de Biologia, os alunos não teriam tanto a oportunidade de se reunirem e debaterem assuntos como a destinação de

royalties. Ademais, amparamo-nos em Venturini (2010), o qual afirma que entidades que pareciam coesas e bem definidas começam a se desagregar, como nas contradições apresentadas pelo secretário. A partir do contexto apresentado, entendemos que a utilização da Cartografia das Controvérsias nos propiciou descrever e compreender as redes que foram performadas nos debates de forma mais ampla e heterogênea, fomentando os estudos com humanos e não humanos e suas relações em práticas sociomateriais de ensino e aprendizagem de Biologia.

5. Considerações finais

Neste presente trabalho, apresentamos alguns resultados e os relacionamos com os preceitos teórico-analíticos que defendemos nesta pesquisa. Dessa forma, acreditamos que o processo de ensino e o de aprendizagem em espaços formais de educação se caracterizam como híbridos, decorrentes de associações, fluxos e movimentações entre humanos e não humanos nas redes performadas, sendo isso evidenciado ao longo desta pesquisa.

Buscamos, com nossa investigação, mapear as controvérsias que emergiram durante uma sequência didática investigativa sobre “Os Impactos da Mineração”, considerada uma necessária e urgente abordagem sobre um problema socioambiental junto aos alunos da educação básica. No caso deste trabalho, utilizamos uma SDI que contribuiu para que os alunos entendessem as implicações de uma exploração minerária realizada de forma desmedida, visando ao lucro, com conviência, muitas vezes, de estados e municípios que também só visam às compensações financeiras, deixando o meio ambiente e a população em segundo plano.

A estrutura dessa SDI se amparou em momentos que proporcionaram aos alunos discutir, debater e refletir por meio de reportagens, vídeos, pesquisas e entrevistas sobre os impactos de uma exploração minerária realizada na cidade onde eles vivem, sendo impactados direta ou indiretamente pelos efeitos dessa exploração.

Nossos preceitos teórico-analíticos se ampararam nos estudos de Bruno Latour e colaboradores sobre a Teoria Ator-Rede. Destacamos que este estudo se mostrou útil, uma vez que, por meio das análises dos episódios, além de identificarmos as controvérsias, mostramos os “rumos” tomados pelos actante nas redes sociomateriais

performadas. Ressaltamos, ainda, a relevância da Cartografia das Controvérsias no auxílio para rastreamos as controvérsias que emergiam à medida que a SDI se desenvolvia.

No nosso estudo, entendemos que o produto desenvolvido, no caso a SDI sobre “Os Impactos da Mineração”, é um suporte para que temas polêmicos e controversos, como a mineração, sejam trabalhados pelos professores na educação básica, realizando-se adaptações quando estas se fizerem necessárias.

Referências

AGÊNCIA MINAS GERAIS. Polícia Civil conclui primeiro inquérito que apura rompimento de barragem em Mariana. *Agência Minas Gerais*. 2016. Disponível em: <http://static.agenciaminas.mg.gov.br/sala-de-imprensa/policia-civil-conclui-primeiro-inquerito-que-apura-rompimento-de-barragem-em-mariana>. Acesso em: 4 jul. 2020.

ALLAIN, L. R. *Mapeando a identidade profissional de licenciandos em ciências biológicas: um estudo ator-rede a partir do programa institucional de bolsa de iniciação à docência*. 2015. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-A3NEYP>. Acesso em: 4 jul. 2020.

AULER, D.; FORGIARINI, M. S. A abordagem de temas polêmicos na educação de jovens e adultos: o caso do “florestamento” no Rio Grande do Sul. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 2, p. 399-421, 2009. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART2_Vol8_N2.pdf. Acesso em: 4 jul. 2020.

BERALDI, P. T. *Joint Ventures*. 2001. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEMTEC, 1998.

CALLON, M. *et al. Acting in an uncertain world*. Cambridge: MIT Press, 2011.

CASCAIS, M. G. A.; TERÁN, A. F. Sequências didáticas nas aulas de ciências do ensino fundamental: possibilidade para a alfabetização científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. *Resumos... Águas de Lindóia/SP*, 2013. 8 p. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0855-1.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2020.

CELESTINO, M. S. *Uma sequência didática investigativa sobre impactos da mineração: uma proposta com enfoque CTSA e da Teoria Ator-Rede*. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N.; EL-HANI, C. Como abordar questões sociocientíficas na sala de aula: a estratégia didática de cinco fases para o ensino de ciências. *Indagatio Didactica*, Aveiro, v. 11, n. 2, p. 915-928, 2019.

COUTINHO, F. A.; MATOS, S. A. de; RODRIGUES E SILVA, F. A. Aporias dentro do movimento ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Apontamentos para uma solução. *Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia – SBEnBio*, v. 7, p. 2176, 2014. Disponível em: <http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0229-1.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2017.

DUSO, L.; HOFFMANN, M. B. A discussão das controvérsias sociocientíficas na pesquisa em educação em ciências: uma revisão narrativa a partir de periódicos no Brasil. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 3, n. 2, p. 66-85, jul./dez. 2013. Disponível em: <http://srvapp2s.santoangelo.uri.br/seer/index.php/encitec/article/view/1125>. Acesso em: 4 jul. 2020.

FIGUEIREDO, J. A. COUTINHO, F. A.; AMARAL, F. C. O ensino de botânica em uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade. In: SEMINÁRIO HISPANO BRASILEIRO DE AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES RELACIONADAS COM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE, 2., 2012. Campus Anália Franco, UNICSUL, São Paulo (SP). *Anais...* São Paulo (SP): UNICSUL, 2012. p. 488-498. Disponível em: <https://doi.org/10.26843/rencima.v3i3.420>. Acesso em: 2 ago. 2021.

FIOROTT, T. H. *A morte do Uatu: impactos do desastre da Samarco/Vale/BHP sobre a sustentabilidade do povo Krenak*. 2017. 156 f. il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

FREITAS, C. M. de *et al.* Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. *Cad. Saúde Pública*, v. 35, n. 5, 7 p., maio 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csp/v35n5/1678-4464-csp-35-05-e00052519.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2020.

GALVÃO, C.; REIS, P. A promoção do interesse e da relevância do ensino da ciência através da discussão de controvérsias sociocientíficas. In: VIEIRA, R. M. *et al.* *Ciência-tecnologia-sociedade no ensino das ciências: educação científica e desenvolvimento sustentável*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2008. p. 131-135.

GENOVESE, C. L. C. R *et al.* Questões sociocientíficas: origem, características, perspectivas e possibilidades de implementação no ensino de ciências a partir dos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v. 15, n. 34, p. 5-17, jul./dez. 2019.

GUIMARÃES, H. O. R. “*Minero dependência*” e o desastre tecnológico da Samarco/Vale/BHP Billiton: reflexões sobre o maior desastre socioambiental do Brasil. [s.l.]: [s.e.], 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18713.67689>. Acesso em: 4 jul. 2020.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Elementos para Validação de Sequências Didáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. *Atas...* Águas de Lindóia (SP), 2013.

LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – Institutos LACTEC. *Parecer técnico sobre os aspectos ecotoxicológicos da bacia do rio Doce*. [s.l.]: LACTEC, 2018. 57 p.

LATOUR, B. On actor-network theory: a few clarifications. *Soziale Welt*, 47. Jahrg., H. 4, p. 369-381, 1996. Disponível em: <http://transnationalhistory.net/interconnected/wp-content/uploads/2015/05/Latour-Actor-Network-Clarifications.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2020.

LATOUR, B. *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. São Paulo: Unesp, 2000.

LATOUR, B. *A Esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos*. Bauru, SP: Edusc. 2001.

LATOUR, B. *Reagregando o social*. Salvador: EdUFBA; Bauru/SP: Edusc, 2012. 400 p.

LATOURE, B.; WOOLGAR, S. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará. 1997. 155 p.

LAW, J. Notes on the theory of the actor-network: Ordering, strategy, and heterogeneity. *Systems practice*, v. 5, n. 4, p. 379-393, 1992.

LEVINSON, R. As ciências ou as humanidades: quem deve ensinar as controvérsias em ciência? *Pró-posições*, v. 12, n. 1 (34), p. 62-72, 2001.

MILANEZ, B. et al. Bacia do Rio Doce: três anos de desastre. *Comitê Nacional em Defesa dos Territórios Frente a Mineração*. 2018. Disponível em: <http://emdefesadosterritorios.org/bacia-do-rio-doce-tres-anos-de-desastre/>. Acesso em: 4 jul. 2020.

MORAES, M. A ciência como rede de atores: ressonâncias filosóficas. *História, Ciências, Saúde*, Manguinhos, v. 11, n. 2, p. 321-323, 2004.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 115-137, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517507>. Acesso em: 2 ago. 2021.

OLIVEIRA, K. E.; PORTO, C. M. *Educação e teoria ator-rede: fluxos heterogêneos e conexões híbridas*. Ilhéus, BA: Editus, 2016. 139 p.

OLIVEIRA, R. C. M. (Entre)linhas de uma pesquisa: o Diário de Campo como dispositivo de (in)formação na/da abordagem (Auto)biográfica. *Revista Brasileira de Educação de Jovens e Adultos*, v. 2, n. 4, p. 69-87, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/educajovenseadultos/article/view/1059>. Acesso em: 2 ago. 2021.

PRAUDE, C. C. *Arte Computacional e Teoria Ator-Rede: actantes e associações intersubjetivas em cena*. 2015. 247 f. il. Tese (Doutorado em Artes) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/19018>. Acesso em: 10 abr. 2020.

RAMOS, M. B.; SILVA, H. C. Controvérsias científicas em sala de aula: uma revisão bibliográfica contextualizada na área de ensino de ciências e nos estudos sociológicos da ciência & tecnologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. *Atas...* Florianópolis/SC: , 2007.

RATZ, S. V. S.; MOTOKANE, M. T. A construção dos dados de argumentos em uma Sequência Didática Investigativa em Ecologia. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 22, n. 4, p. 951-973, 2016.

REIS, A. L. *As controvérsias nas aulas de biologia a partir da leitura de jornais impressos: o desastre ambiental da Samarco*. 2018. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

REIS, P. A discussão de assuntos controversos no ensino das ciências. *Inovação*, n. 12, p. 107-112, 1999.

REIS, P. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 3, n. 1, jan./jun. 2013, 10 p.

SADLER, T.; ZEIDLER, D. The morality of socioscientific issues: construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, v. 88, n. 1, p. 4-27, 2004.

SANTOS, A. Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. *Revista Brasileira de Educação*, v. 13, n. 37, p. 71-83, 2008.

SERRA, C. Tragédia em Mariana: a história do maior desastre ambiental do Brasil. 1. ed. Rio de Janeiro: Record, 2018. 461 p.

SILVA, F. A. R. e. A mineração e seus crimes como temas para educação científica. *Boletim da AIA-CTS*, n. 9, p. 29-31, 2019. Disponível em: http://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2019/04/AIA-CTS_Boletim09.pdf. Acesso em: 10 mar. 2020.

SILVA, F. A. R. e; COUTINHO, F. A. Formação docente em ensino de Ciências: uma reflexão a partir da epistemologia da ignorância. *Educação em Foco*, v. 21, p. 197-214, 2016. Disponível em: <https://educacaoemfoco.ufff.emnuvens.com.br/edufoco/article/view/2950>. Acesso em: 11 jul. 2016.

SOUZA, T. R. de; CARNEIRO, K. G. O direito das “pessoas atingidas” à assessoria técnica independente: o caso de Barra Longa (MG). *Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais*, v. 8, n. 2, p. 187-209, 2019.

VENTURINI, T. Diving in magma: how to explore controversies with actornetwork theory. *Public Understanding of Science*, London, v. 19, n. 3, p. 258- 273, 2010.

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

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.