

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação - FaE
Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG
Especialização em Educação em Ciências

Paula Nayara da Silva Avelino

Tecendo redes com alunos do 7º ano do Ensino Fundamental II: Trabalhando a questão do “lixo” em uma abordagem CTS não moderna

Belo Horizonte
Novembro 2019
Paula Nayara da Silva Avelino

Tecendo redes com alunos do 7º ano do Ensino Fundamental II: Trabalhando a questão do “lixo” em uma abordagem CTS não moderna

Trabalho de conclusão de curso apresentado no curso Especialização em Educação em Ciências, do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de especialista.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientador (a): Victor Marcondes de Freitas Santos

Belo Horizonte
Novembro 2019

A949t TCC	<p>Avelino, Paula Nayara da Silva, 1986- Tecendo redes com alunos do 7º ano do ensino fundamental II [manuscrito] : trabalhando a questão do "lixo" em uma abordagem CTS não moderna / Paula Nayara da Silva Avelino. - Belo Horizonte, 2019. 32 f., il. Inclui bibliografia.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação. Orientador: Victor Marcondes de Freitas Santos 1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Ensino fundamental. 3. Lixo. 4. Ciência e tecnologia - Sociedade. 5. Teoria ator-rede. I. Santos, Victor Marcondes de Freitas. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação. III. Título.</p>
--------------	--

CDD – 372.35

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivaney Duarte. CRB6 2409

(Atenção: É proibida a alteração no conteúdo, na forma e na diagramação gráfica da ficha catalográfica¹.)

Dados de Identificação:

ALUNO: PAULA NAYARA DA SILVA AVELINO

TÍTULO DO TRABALHO: Tecendo redes com alunos do 7º ano do ensino fundamental II: trabalhando a questão do 'lixo' em uma abordagem CTSA não moderna

Banca Examinadora:

Professor Orientador: Victor Marcondes De Freitas Santos

Professor Examinador: Alessandra Oliveira

Parecer:

Aos 30 dias do mês de novembro de 2019, reuniram-se na sala 670 do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) Paula Nayara da Silva Avelino. Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Assim sendo, a banca considera o trabalho aprovado
 aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020
 reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, 30 de Novembro de 2019

Assinatura da banca: Victor Marcondes de Freitas Santos, 

NOTA: 8,4

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a intercessão da Virgem Maria por essa conquista.

Ao meu orientador, Mestre Victor Marcondes de Freitas Santos, pela orientação, incentivo e por transmitir seu precioso conhecimento, permitindo assim meu crescimento acadêmico.

A todo corpo docente do Curso de Educação em Ciências.

Aos amigos pelo apoio e carinho, em especial, Abgail, Dani e Fernando pela parceria ao longo do curso.

Ao meu noivo pela cumplicidade e incentivo durante os momentos difíceis e intermináveis.

A minha família, em especial minha mãe, que sempre me deu força e coragem para realizar este trabalho.

Resumo

O trabalho é resultado de uma pesquisa realizada a partir da análise de dados coletados durante a aplicação de uma sequência didática (SD) fundamentada na Teoria Ator-rede (TAR) e na abordagem de ensino de ciências “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS). O estudo teve como objetivo principal analisar os mapas Ator-rede elaborados por alunos do ensino fundamental II, para compreender se e como a TAR foi assimilada com a aplicação da sequência didática “Lixo: uma questão CTS”. Como resultado verificou-se que a Teoria Ator-rede funcionou como ferramenta pedagógica exitosa, uma vez que possibilitou aos estudantes perceberem o “lixo” como uma questão CTS numa perspectiva não moderna, a partir da construção de mapas ator-rede. A diversidade de conexões identificadas nos mapas, bem como a diferente expressão observada em cada um deles, são indícios do modo como os estudantes estabeleceram relações entre lixo e CTS: ponderando a agência/performance dos diferentes actantes considerados em suas análises.

Palavras chave: Lixo, Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), Teoria Ator-rede

Abstract

The paper is result of a research performed by analysis of data collected during the application of a didactic sequence (DS) bases on the Actor-Network Theory (ANT) and approach of science teaching “Science, Technology and Society” (STS). The main objective of the study was to analyze the Actor-Network maps elaborated by Junior High School students to understand if and how the ANT was assimilated with the application of the didactic sequence “Garbage: a STS question”. As a result, was verified that Actor-Network Theory worked as a successful pedagogical tool, whereas it allowed students to perceive “garbage” as a STS issue from a non-modern perspective, from the construction of actor-network maps. The diversity of connections identified in the maps, as well as different expression observed in each of them, are evidence of the way which students have established relationships between garbage and STS: pondering agency / performance of differents, actants involved in their analysis.

Keyword: Garbage, Actor-Network Theory (ANT), Science, Technology and Society (STS).

Sumário

1- INTRODUÇÃO.....	06
2- REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	09
2.1 O lixo como uma questão de Ciências Tecnologia e Sociedade (CTS).....	09
2.2 A abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e suas aporias.....	10
2.3 Jamais fomos modernos.....	12
2.4 A Teoria Ator-rede.....	13
3- METODOLOGIA.....	16
3.1 A aplicação da sequência didática “Lixo: uma questão CTS”	16
3.2 Metodologia de coleta e análise de dados	20
4- RESULTADO E DISCUSSÃO.....	22
4.1 O mapa Ator-rede analisado da turma A.....	22
4.2 O mapa Ator-rede analisado da turma B.....	23
4.3 O mapa Ator-rede analisado da turma C.....	24
4.4 O mapa Ator-rede analisado da turma D.....	25
5- CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS.....	29

1. Introdução

O ensino de ciências vem recebendo muitas críticas no que se refere aos processos de ensino/aprendizagem, pois ainda hoje, permanece nas escolas uma maior valorização à memorização em detrimento do desenvolvimento de habilidades que promovam a formação integral dos estudantes (SANTOS e QUEIROZ, 2011).

O uso de metodologias pedagógicas tradicionais podem ter como consequência o desinteresse do aluno em relação aos conteúdos de ciências da natureza, e por isso surge a necessidade de introduzir nas escolas abordagens que despertem no estudante o desejo em aprender e que também viabilize a sua formação integral.

De acordo com Santos *et al.* (2013) ensinar ciências não é só transmitir os conteúdos científicos, mas requer uma ação pedagógica comprometida com a formação cidadã, a qual permitiria aos sujeitos desenvolverem o senso crítico e a capacidade para analisar e resolver problemas do cotidiano. Nesse sentido, Albe (2011) argumenta que há a necessidade de uma educação científica emancipadora, que prepare os indivíduos para participar de debates públicos e para a tomada de decisões conscientes sobre as questões relacionadas às ciências.

Zeidler *et al.* (2002) asseguram que a abordagem “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS)¹ é pertinente para um ensino/aprendizagem que promova uma maior consciência das interrelações existentes entre sociedade, ciências e tecnologia, e afirmam que por meio dela é possível formar para a cidadania.

Entretanto, Pierce (2013) afirma que a educação científica na abordagem CTS não tem preparado os cidadãos com todas as ferramentas necessárias para incluir tudo e todos que compõe a nossa realidade. Para esse autor, é necessário uma reformulação nos padrões de ensino e aprendizagem de ciências, que além de levar em consideração questões morais e políticas, considerem também as relações humanas e não-humanas existentes no mundo. Nessa perspectiva, o autor sugere a elaboração de novas ferramentas pedagógicas que permitam enfrentar essas

¹ Posteriormente foi incluída a letra A de “ambiente”. Atualmente a sigla mais comum é CTSA, entretanto, nesse texto mantêm-se a denominação original CTS, já que supõe-se que o “ambiente” está contemplado dentro das letras “C”, “T” e “S”.

questões, e que estas sejam fundamentadas na Teoria Ator-rede (TAR), em controvérsias e em problemas do cotidiano.

Para Pierce (2013) a Teoria Ator-rede é um instrumento pedagógico que pode preparar os alunos para a “era pós-genômica”, pois preza pelos aspectos ontológicos², políticos e históricos, em detrimento dos epistemológicos, além de permitir que os estudantes compreendam melhor como ciência e tecnologia moldam as relações entre humanos e não-humanos. De acordo com o autor, os não-humanos devem ser tratados como atores pedagógicos capazes de contribuir para o processo de ensino/aprendizagem.

Baseado nessas considerações, Pierce (2013) propõe a construção de mapas Ator-rede como metodologia de um ensino mais direcionado à abordagem CTS, a qual viabilizaria rastrear os atores envolvidos em controvérsias, estudar suas relações de poder, mostrar as qualidades fluidas nas suas redes, entre outras possibilidades.

Fundamentado nas ideias de Pierce (2013), foi elaborado um projeto de intervenção, com a produção de uma sequência didática (SD) denominada “Lixo: uma questão CTS” para estudantes dos anos finais do ensino fundamental de uma escola pública mineira, que articulou o tema CTS “lixo” (na concepção não moderna/amoderna) com a TAR. A SD teve como objetivos: 1) Sensibilizar os estudantes frente a questão do “lixo”; 2) Refletir acerca da problemática “lixo” enquanto uma questão CTS; 3) Trabalhar com os estudantes conceitos fundamentais da Teoria Ator-rede; 4) Instrumentalizar os estudantes a elaborarem mapas Ator-rede; 5) Construir mapas Ator-rede sobre o tema “lixo”.

A partir do desenvolvimento da sequência didática levantou-se o seguinte questionamento: Será que a Teoria Ator-rede é viável empiricamente no ensino de ciências como uma ferramenta pedagógica, a ser trabalhada com adolescentes, capaz de contribuir para a compreensão das relações CTS da problemática do “lixo”?

O objetivo geral dessa pesquisa foi analisar os mapas Ator-rede elaborados por estudantes do ensino fundamental II para compreender se e como a TAR foi

² A ontologia é a parte da filosofia que estuda a natureza do ser, a existência e a realidade (MORA, 2001).

percebida pelos alunos com a aplicação da SD “Lixo: uma questão CTS”. Definiu-se como objetivos específicos de investigação: identificar quais os actantes foram mobilizados pelos estudantes a partir do que foi trabalhado nas aulas da SD; levantar quantitativamente as conexões entre os actantes nos mapas Ator-rede elaborados pelos estudantes; e, analisar se os alunos conseguiram perceber as relações CTS hibridizando ciência, tecnologia e sociedade nos mapas Ator-rede produzidos por eles.

O artigo está dividido em quatro partes. Na primeira parte, “Referenciais Teóricos”, são apresentados os eixos teóricos que fundamentaram o trabalho. Na segunda “Metodologia”, é relatada como se deu a aplicação da SD “Lixo: uma questão CTS” e a coleta e a análise dos dados. A terceira parte, “Resultados e discussão”, expõe os mapas Ator-rede construídos e é realizada uma análise do material. Por fim, nas “Considerações Finais”, são tecidas reflexões sobre a implementação da SD, considerações sobre a potencialidade da TAR como ferramenta pedagógica de ensino na abordagem CTS, apresentadas as limitações do trabalho e são expostos novos questionamentos que poderão apoiar novos trabalhos e pesquisas.

2. REFERÊNCIAS TEÓRICAS

O trabalho foi estruturado nos seguintes eixos teóricos: “O lixo como uma questão de Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS)”; “A abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) e suas aporias”, “Jamais fomos modernos” e “A Teoria Ator-rede”.

2.1 O lixo como uma questão de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

A partir da primeira Revolução Industrial até os dias atuais o modo de vida das pessoas mudou de forma considerável. Segundo Pereira *et al.* (2009) a sociedade contemporânea oportunizou a ascensão de um novo estilo de vida que instituiu uma sociedade hiperconsumista. Para os autores, esses aspectos advêm do surgimento da produção em massa de produtos e da ênfase na cultura do consumismo. Nesta perspectiva, os indivíduos deixam de ser pessoas e passam a ser consumidoras. Consumir é preciso, o que faz com que os bens sejam cada vez mais consumidos, destruídos e descartados em um ritmo cada vez maior.

Aliada à questão do consumo exagerado de bens materiais, está a crescente urbanização e o desenvolvimento dos grandes centros urbanos, aspectos que tem ocasionado graves problemas ambientais. Um potencial causador desses problemas é o descarte inadequado de resíduos sólidos/lixo³.

A Organização das Nações Unidas (ONU) (de acordo com o documento “Agenda 21”) define:

Os resíduos sólidos compreendem todos os restos domésticos e resíduos não perigosos, tais como os resíduos comerciais e institucionais, o lixo da rua e os entulhos de construção. Em alguns países, o sistema de gestão dos resíduos sólidos também se ocupa dos resíduos humanos, tais como excrementos, cinzas de incineradores, sedimentos de fossas sépticas e de instalações de tratamento de esgoto. Se manifestarem características perigosas, esses resíduos devem ser tratados como resíduos perigosos. (SÃO PAULO, 2014, p. 274).

Conforme Jardim e Wells (1995, p. 23), lixo pode ser definido como “os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis”.

³ Embora os termos lixo e resíduos sólidos tenham conceitos distintos para alguns autores, neste texto esses termos serão considerados sinônimos.

Segundo Rodrigues e Cavinatto,

a palavra lixo deriva do termo latim *lix*, que significa “cinza”. No dicionário, ela é definida como sujeira, imundície, coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor. Lixo, na linguagem técnica, é sinônimo de resíduos sólidos e compreende os materiais descartados pelas atividades humanas (RODRIGUES e CAVINATTO, 2003, p. 6).

Consoante com Costa *et al.* (2015), a destinação incorreta dos resíduos sólidos/lixo é a fonte geradora de problemas, que podem ser de ordem ambiental, sanitária, econômica e social. Segundo a autora e colaboradores, o esgotamento de recursos naturais, a poluição da água, ar e solo, o aumento do efeito estufa e a transmissão de doenças são alguns exemplos das consequências danosas do descarte inadequado dos resíduos sólidos/lixo.

Diante do exposto fica evidente que a escola pode se configurar como um ambiente apropriado para a discussão de temas e questões ambientais e sociais. Segundo Freire (2001), a escola possui como uma de suas funções a construção da cidadania dos que ali convivem; é um ambiente em que os alunos e as alunas podem se perceber como agentes capazes de agir e transformar a realidade. Para Freire (2001) é importante considerar a articulação entre os conteúdos escolares e a realidade dos educandos, o que possibilita a formação para a cidadania.

A temática “lixo” é um assunto contemporâneo que expõe inúmeras implicações sérias ao homem e ao ambiente, e por isso se faz necessária no ensino de ciências na educação básica escolar. Essa problemática pode ser tratada ligando a “ciência”, “tecnologia” e a “sociedade” (CTS), porque ao abordar a produção de resíduos sólidos pode-se discutir toda a cadeia envolvida na extração de recursos naturais, os impactos causados ao ambiente e a saúde humana, debater acerca das consequências de uma sociedade de consumo, além do papel exercido pela produção tecnológica e os avanços científicos que intensificam a produção de novos resíduos.

2.2 A abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e suas aporias

O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade teve seu início, na década de 1960, na Europa Ocidental como resposta às crises em relação ao uso de energia nuclear, armas nucleares e a degradação do meio ambiente (AULER e BAZZO, 2001).

A partir do movimento CTS, surgiu a abordagem de ensino CTS, a qual foi introduzida no ensino de ciências, com o objetivo de capacitar os estudantes a emitirem opiniões sobre questões relacionadas à ciência e à tecnologia, bem como compreender os efeitos destas na sociedade e no ambiente (COUTINHO, MATOS e SILVA, 2014).

Na literatura, vários são os conceitos relacionados ao “ensino de ciências” numa perspectiva CTS, no entanto, um dos mais importantes foi apresentado por Glen S Aikenhead (DELGADO, 2016).

Para Aikenhead o ensino de ciências na abordagem CTS, consiste na inserção integral das relações entre ciência, tecnologia e sociedade nos diversos conteúdos de ciências, o que possibilitaria a formação de estudantes cientificamente e tecnologicamente alfabetizados, capazes de exercerem sua cidadania de maneira ativa e consciente. O ensino de ciências numa perspectiva CTS visa romper com a lógica de um ensino conteudista, no qual o aluno é levado a memorizar um grande volume de conceitos, processos e fórmulas.

É importante ressaltar que o movimento CTS não se caracteriza por ser homogêneo e sem conflitos, pois desde o seu surgimento inúmeras foram as perspectivas elaboradas para a construção de um ensino de ciências que siga essa vertente (DELGADO, 2016)

Coutinho, Matos e Silva (2014), por exemplo, tecem críticas ao movimento de ensino CTS, argumentando que ele possui seus próprios limites, e isso acarretou em aporias. Dentre as aporias levantadas pelos autores destaca-se duas: ensinar a ciência como conhecimento objetivo e neutro; e, ensinar a ciência e a tecnologia como desenvolvimento inexorável da humanidade.

De acordo com Coutinho, Matos e Silva (2014), a fonte das aporias no movimento CTS estariam relacionadas a uma compreensão moderna de ciência, tecnologia e sociedade. Para esses autores

Assim, dentro do quadro conceitual moderno, quando falamos das inter-relações entre CTSA, por um lado, somos obrigados a pensar mais ou menos assim: ciência e sociedade são polos separados; tecnologia e ciência são atividades que acontecem dentro da sociedade; se há relação entre os elementos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, é porque o desenvolvimento dos dois primeiros leva à modificações (boas ou más) na sociedade e no ambiente. Dentro dessa perspectiva, traçar relações é impossível. O

máximo que se pode fazer é estudar os efeitos do desenvolvimento científico e tecnológico sobre a sociedade e o ambiente. Porém, nesse caso, temos uma situação estranha – ciência e tecnologia são percebidas como elementos autônomos correndo soltas às expensas da sociedade (COUTINHO, MATOS e SILVA, 2014, p. 2183).

Coutinho, Matos e Silva (2014) sugerem a Teoria Ator-rede no intuito de assentar aportes teóricos e metodológicos que permitam encontrar soluções para as aporias do movimento CTS.

2.3 Jamais fomos modernos

Bruno Latour, um dos estudiosos de maior relevância nas áreas de antropologia, sociologia, e do que se convencionou chamar de “modernidade”, defende: “Jamais fomos modernos” (SANTOS, COUTINHO e SILVA, 2016).

Afim de exemplificar esta afirmação, Latour utiliza um trecho de um artigo de um jornal francês:

Na página quatro do jornal, leio que as campanhas de medidas sobre a Antártida vão mal este ano: O buraco na camada de ozônio aumentou perigosamente. Lendo um pouco mais adiante, passo dos químicos que lidam com a alta atmosfera para os executivos da Atochem e Monsanto [...]. Mais abaixo, os países do Terceiro Mundo e os ecologistas metem sua colher e falam de tratados internacionais, direito das gerações futuras, direito ao desenvolvimento e moratórias [...] O mesmo artigo mistura, assim, reações químicas e reações políticas (LATOURE, 1994, p. 7).

Para o filósofo, ao abordar a temática “buraco na camada de ozônio”, é impossível dissociar as questões de natureza humana, social, cultural e ambiental envolvidas na problemática. Para Latour todas essas questões encontram-se imbricadas sendo impossível separá-las (FIGURA 1).

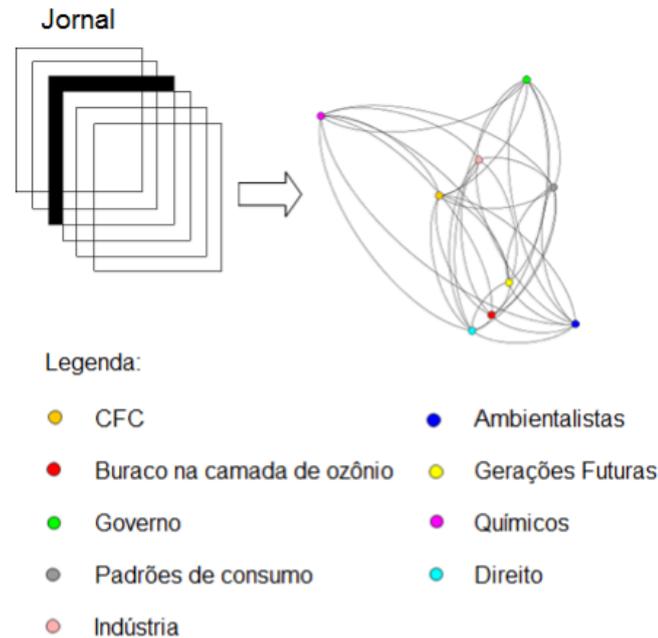


Figura 1: Rede de interações da reportagem sobre o “Buraco na camada de ozônio” analisada por Latour⁴.

Em consonância com Latour (1994) a “Modernidade” leva a uma apreciação distorcida da realidade, a qual busca pela purificação, mas acarreta uma hibridização.

O termo purificação, refere-se a uma prática de separação que leva a criação de áreas ontológicas distintas, como por exemplo: humanos e não humanos, natureza e sociedade, entre outras. Em contraponto a purificação, há a translação/hibridização que corresponde a prática de criar misturas, gêneros de seres completamente novos, híbridos de natureza e cultura (LATOUR, 1994). Segundo Latour (1994) os híbridos são sociais e não sociais, não são criados, mas reais, são coletivos, instáveis, arriscados, existenciais, discursivos, históricos, dotados de sentimento e povoados de actantes que traçam redes.

A partir dos estudos sobre a “Modernidade”, Latour elaborou em conjunto com outros sociólogos a Teoria Ator-rede.

2.4 A Teoria Ator-rede

⁴ Fonte da figura: SANTOS, V. M. F.; Abrindo a caixa-preta de uma sequência didática. Uma análise ator-rede da aprendizagem profissional docente de um professor de biologia. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-ARRHKG>

A Teoria Ator-rede surgiu em um campo denominado de “Estudos da Ciência e da Tecnologia”, e foi estabelecida a partir dos anos 1980 por Bruno Latour, Michel Callon e John Law (LAW, 2009).

Essa abordagem está ligada à necessidade de uma teoria que compreendesse a tecnociência e as práticas que envolvem ciência, tecnologia e sociedade a partir de uma abordagem “não moderna” (SANTOS, 2016).

Um aspecto de grande relevância nessa teoria, é a possibilidade de superar as dicotomias existentes entre “ser humano” e o “não humano”, “sociedade” e “natureza”, entre outras.

De acordo com Latour e Callon citado por Santos (2016), as dicotomias deveriam ser tratadas e explicadas simetricamente, sem determinismos, a partir de um quadro teórico e analítico comum e geral de interpretação, evitando assim uma visão compartimentalizada da realidade.

Sayes (2014) argumenta que a TAR se constitui como um valioso instrumento teórico-metodológico para analisar para entender a realidade, e que isso se dá por meio do rastreamento simétrico dos movimentos traçados pelos elementos humanos e não-humanos, e o estudo das redes.

Dentre os fundamentos da Teoria Ator-rede, dois conceitos básicos são de extrema importância para compreendê-la, são os termos “ator/”actante” e “rede”.

Nos padrões normativos anglo-saxônicos o termo “ator” limita-se a humanos, no entanto, para a TAR o vocábulo “ator” possui uma definição semiótica sendo mais bem definido como “actante” (LATOURE, 2012).

Para Latour, um actante pode ser um ator humano ou não-humano⁵, e é definido pelo efeito de suas ações e não por suas qualidades (LATOURE, 2001). Um actante pode ser definido pelo efeito de suas ações, pelo seu papel que desempenha, pela sua reverberação e suas relações com outras entidades (LATOURE, 2012).

⁵ Segundo Sayes (2014) o termo “não humano” é genérico e é usado para incluir uma ampla gama de entidades como os animais, os fenômenos naturais, as ferramentas e os artefatos técnicos, as estruturas materiais, os meios de transporte, os textos, os bens econômicos, entre outros. Para o autor os seres humanos, as entidades que são inteiramente de natureza simbólica, sobrenaturais ou híbridas não devem ser consideradas como não humanas.

Harman argumenta que

todos os actantes têm a mesma condição ontológica, e o que define um actante não é uma essência ou um conjunto de propriedades, isto é, um actante não pode ser compreendido como uma entidade isolada, mas sempre em conjunto com as relações que engendram (HARMAN, 2009, p. 17).

Outro conceito importante da TAR é o de “rede”, que representa as interligações existentes entre os diferentes actantes. Os actantes deixam rastros ao se conectarem uns com os outros, assim, a rede é uma montagem interativa dos actantes (SANTOS, 2016).

Para Latour, “rede” refere-se a fluxos, circulações, alianças e movimentos entre elementos heterogêneos, os quais devem deixar traços que possam ser seguidos por um analista e serem registrados empiricamente (LATOURE, 2012). Desta maneira, a rede representa as ligações, os nós entre os actantes, podendo crescer para qualquer direção e estabelecer as mais diversas relações com as distintas entidades.

Com relação ao estudo de uma rede, Dolwick (2009) salienta que esta tem que deixar um traço físico, para que possa ser seguida, traçada e registrada empiricamente por um pesquisador.

3. METODOLOGIA

3.1 A aplicação da sequência didática “Lixo: uma questão CTS”

O projeto de intervenção, com a aplicação da sequência didática nomeada de “Lixo: uma questão CTS”, foi realizado em uma escola pública municipal da cidade de Ibirité (MG), região metropolitana de Belo Horizonte, durante o primeiro semestre de 2019. O trabalho ocorreu em quatro turmas, nomeadas A, B, C e D, do 7º ano do ensino fundamental II, nas aulas da disciplina de “Ciências”.

Para a produção da sequência didática foi realizada, pela professora da disciplina, uma revisão da literatura sobre os temas “CTS” e “Teoria Ator-rede”. O planejamento da SD foi realizada de modo colaborativo com o professor orientador da pesquisa, nos meses de janeiro a abril e o desenvolvimento da sequência didática na escola se deu no mês de junho por meio da realização de dez aulas de cinquenta minutos cada. O programa relacionado ao planejamento e a aplicação das aulas da SD está descrito no quadro abaixo (QUADRO 1).

Etap a	Tema da etapa	Aula	Duração	Atividades
1	O que é lixo?	1	50 minutos	Introdução de uma questão problematizadora sobre o “lixo”. Exibição do documentário “Ilha das Flores” e momento de reflexão sobre às questões relacionadas aos resíduos sólidos.
2	O caminho do lixo.	2 e 3	100 minutos	Apresentação dos conceitos e temas: definição de “lixo”; tipos de resíduos sólidos e seus destinos; as doenças ocasionadas pelo acúmulo de “lixo”; os 5 R’s; relação entre tecnologia e a produção de detritos.

3	Lixo é notícia.	4	50 minutos	Disponibilização de reportagens que abordam questões relacionadas ao “lixo”, para identificação das relações existentes entre resíduos sólidos, sociedade e meio ambiente.
4	Vamos conversar sobre o lixo?	5	50 minutos	Roda de Conversa com momento reflexivo em sala, para apresentar as análises das reportagens feitas pelos grupos.
5	A Teoria Ator-rede.	6 e 7	100 minutos	Apresentação dos conceitos da Teoria Ator-rede: ator/actante e redes performativas.
6	Construção de mapas Ator-rede sobre o “lixo”.	8 e 9	100 minutos	Levantamento dos actantes relacionados ao “lixo” pelos estudantes e construção de mapas Ator-rede em grupos.
7	Construção do painel das redes performativas	10	50 minutos	Roda de conversa para compartilhar os mapas Ator-rede construídos e montagem de um painel para exposição dos trabalhos.

Quadro 1: Síntese das atividades que foram desenvolvidas nas aulas da sequência didática “Lixo: uma questão CTS”.

A aula 1 teve como proposta retomar⁶ a questão do “lixo” partindo da seguinte pergunta problematizadora: “O que é lixo?”. Além disso, foi exibido o documentário “Ilha das Flores”, com duração de 13 minutos e 17 segundos, e que se encontra disponível de forma gratuita no *Youtube*. Este documentário aborda diversas questões relacionadas ao “lixo”, como temas sociais e ambientais, a partir da

⁶ Os alunos no ano anterior, matriculados no 6º ano, tiveram aulas sobre a temática “lixo”. Foram usadas aulas dialógicas sobre a produção de resíduos sólidos e seus principais destinos.

narração da trajetória de um tomate (desde a sua produção, consumo, até o destino final). O documentário faz uma crítica ao sistema capitalista, ao consumismo e revela as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente em nosso cotidiano. Após a exibição do vídeo foi proposto aos estudantes um momento reflexivo, em que pudessem expor suas opiniões acerca das temáticas “sociedade do consumo”, “geração de resíduos sólidos”, “tratamento de resíduos sólidos” e “desigualdade social”.

As aulas subsequentes (2 e 3) consistiram em uma exposição ministrada pela professora, com o auxílio de uma apresentação em *Power Point*, sobre conceitos relevantes relacionados a temática “lixo” como: definição de “lixo”, os tipos de resíduos sólidos e seus destinos, diferença entre lixão e aterro sanitário, as doenças ocasionadas pelo acúmulo de resíduos sólidos, os 5 R’s (Repensar, Reduzir, Recusar, Reciclar, Reutilizar), preciclagem, materiais biodegradáveis, obsolescência programada e consumismo, e a relação existente entre tecnologia e a produção de detritos.

Na aula 4, a docente disponibilizou reportagens (FIGURA 2) que abordavam questões relacionadas ao “lixo”, para que os estudantes pudessem identificar as relações existentes entre “resíduos sólidos”, “sociedade”, “tecnologia” e “meio ambiente”. A leitura e análise das reportagens ocorreu em grupo de três estudantes, e cada trio produziu um texto resumo da reportagem analisada.

Brasil produz lixo como primeiro mundo, mas faz descarte como nações pobres

Giovana Girardi
07 de agosto de 2016 | 03h00

DESTAQUES EM SUSTENTABILIDADE

Obsolescência Programada

A Obsolescência programada é uma das grandes responsáveis pelo aumento do consumo e da geração de lixo.

CIÊNCIA, TECNOLOGIA

Novas tecnologias tornam viável obter energia do lixo

Brasil pode seguir exemplo de cidade sueca para desenvolver seu modelo de reciclagem e aproveitamento do lixo na geração de energia

Por Elton Alisson
© 7 abr 2011, 10h23

Brasil, resíduos e as cidades: desigualdades sociais e gestão desintegrada / Arthur Eduardo Becker Lins

12:00 - 25 Março, 2016 | por Arthur Eduardo Becker Lins

Figura 2: Exemplos de reportagens utilizadas na aula 04.

Na aula 5, em um momento reflexivo em sala, ocorreu uma “roda de conversa” com os estudantes para que pudessem apresentar as análises das reportagens feitas pelos grupos. Durante a conversa também foram retomadas as questões abordadas nas etapas anteriores da SD.

Nas aulas seguintes (6 e 7) a docente apresentou aos alunos a Teoria Ator-rede e dois de seus principais conceitos “ator/actante” e “rede”. A professora explicou que os estudantes nas aulas seguintes iriam utilizar a TAR para identificar os actantes presentes na questão do “lixo”, como também, traçariam as relações existentes entre eles. Nessas duas aulas, a docente fez uso de uma apresentação em *Power Point*, com dez slides contendo textos e imagens/gráficos/ilustrações. Para explicar a TAR para os alunos a professora apresentou um exemplo clássico utilizado por Bruno Latour em sua obra “Jamais Fomos Modernos”, sobre um trecho de um jornal francês que relatava a questão do “buraco na camada de ozônio”. Como forma de praticar a identificar actantes e traçar redes, a professora solicitou que os alunos elencassem os actantes e traçassem as suas relações, usando como exemplo o tema “processo de ensino e aprendizagem na escola pública” (FIGURA 3).

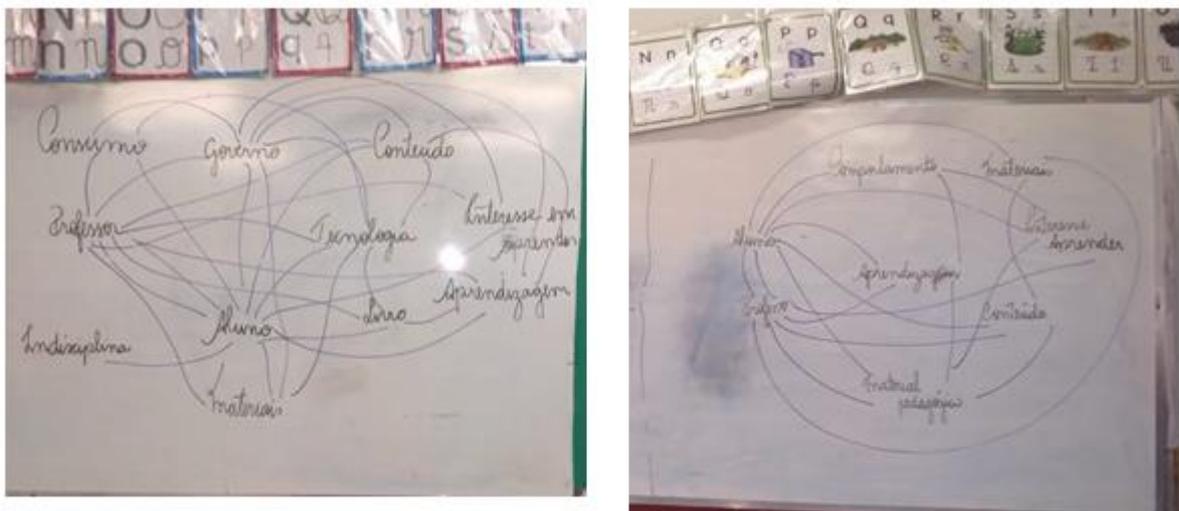


Figura 3 - Exemplos de mapas Ator-rede redes elaborados de forma colaborativa pelos estudantes sobre os temas sobre o tema processo de ensino e aprendizagem na escola pública na aula 7.

Nas aulas 8 e 9, os alunos foram instigados a indicar quais os actantes consideravam estar relacionados ao tema “lixo”. Os actantes mencionados pelos alunos foram registrados no quadro branco pela professora. Em cada uma das quatro turmas, os estudantes foram divididos em equipes e foi solicitado que construíssem um mapa Ator-rede a partir dos actantes identificados (FIGURA 4).



Figura 4 - Exemplos de redes elaboradas em grupo pelos estudantes nas aulas 8 e 9.

Na aula 10, ocorreu em cada turma a montagem de um painel com os mapas Ator-rede produzidos, além de uma discussão mediada pela professora sobre os trabalhos realizados.

3.2 Metodologia de coleta e análise de dados

A partir da aplicação da sequência didática nas quatro turmas do 7º ano do ensino fundamental II, foram produzidos, nas aulas 8 e 9, vinte e dois mapas Ator-rede. Estes foram fotografados e compõe o acervo de dados coletados durante a intervenção.

Diante do grande número de mapas Ator-rede produzido pelos estudantes, foi necessário selecionar alguns mapas para viabilizar o processo de análise. Desta forma, foi selecionado um mapa Ator-rede de cada uma das quatro turmas participantes do projeto de intervenção. Os pesquisadores utilizaram como critério de escolha o número de actantes utilizados pelos grupos, assim, o mapa Ator-rede que apresentasse o maior número de actantes seria o analisado daquela turma.

Definidos os mapas Ator-rede a serem analisados, prosseguiu-se da seguinte forma: 1) Identificação e registro de quais actantes foram mobilizados pelos estudantes em uma planilha de *Excel*; 2) Contagem manual do número de conexões em cada mapa produzido e registro na planilha; 3) Somatório do número de conexões feitas nos mapas Ator-rede de cada turma. 4) Aferiu-se quais actantes os estudantes conectaram ao “lixo” e se eles conseguiram associar e hibridizar termos de ciência, tecnologia e sociedade referentes a esse actante.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O mapa Ator-rede analisado da turma A

Na rede performativa da equipe da turma A (FIGURA 5) foram determinados vinte actantes: “lixo”, “lixão”, “propaganda”, “sobrevivência”, “aterro sanitário”, “consumo”, “doenças”, “educação”, “matéria prima”, “reciclagem”, “reutilizar”, “indústria”, “obsolescência programada”, “repensar”, “tecnologia”, “trabalho”, “ciência”, “compostagem”, “reduzir” e “roedores”. No total foram estabelecidas oitenta e duas conexões. Os actante que mais foi conectado a outros foi “lixo”, e os que menos foram conectados são “ciência”, “compostagem”, “reduzir” e “roedores.”

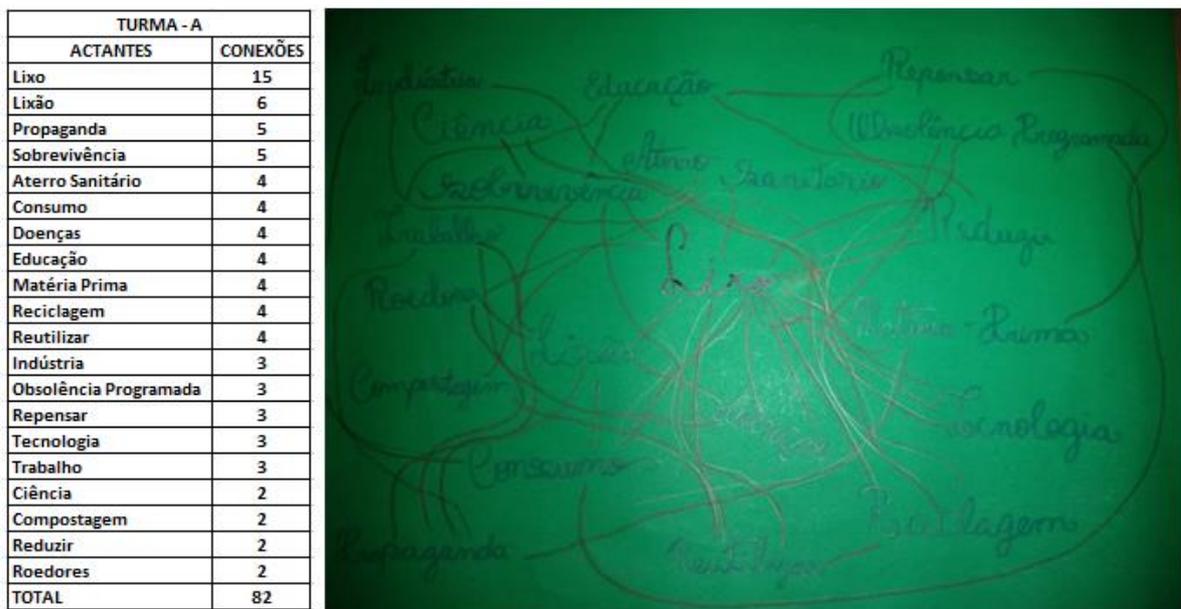


Figura 5: Mapa Ator-rede elaborado por uma equipe da turma A.

Nesta turma o actante “lixo” foi conectado aos seguintes termos: “aterro sanitário”, “consumo”, “doenças”, “lixão”, “matéria prima”, “obsolescência programada”, “reciclagem”, “reduzir”, “repensar”, “reutilizar”, “roedores”, “sobrevivência” e “tecnologia”. Salienta-se que os estudantes fizeram duas conexões ambíguas ao lixo com relação aos termos “obsolescência programada” e “tecnologia”.

Ao analisar o mapa ator-rede da equipe da turma A, pode-se inferir que ela conseguiu compreender que o “lixo” é uma questão CTS, pois conseguiu relacionar lixo a termos referentes à ciência (como por exemplo “doenças”), à sociedade (como por exemplo “repensar”) e à tecnologia (como por exemplo “tecnologia”).

conseguiram perceber a temática “lixo” como uma questão CTS, isso porque, no “polo sociedade” aparecem como actantes ligados ao lixo: “consumismo”, “consumo”, “consumo consciente”, “empresa” e “governo”. No “polo ciência”, aparecem os actantes: “biogás”, “chorume”, “doenças”, “poluição”, “ser humano” e “microorganismo”. Já no “polo tecnologia” temos o actante “obsolescência programada”.

4.3 O mapa Ator-rede analisado da turma C

Na rede performativa elaborada por uma das equipes da turma C (FIGURA 7) estão presentes vinte actantes: "lixo", "população", "comércio", "poluição", "chorume", "destinos do lixo", "doenças", "governo", "indústrias", "lucro", "meio ambiente", "tecnologia", "ciência", "consumo", "desperdício", "microorganismos", "obsolescência programada", "animais", "biogás", "economia social" e "5Rs". O mapa Ator-rede elaborado pela equipe estudada apresenta cem conexões, no qual o actante “lixo” recebeu doze, o maior número de conexões, e o actante “5Rs” o menor. Ao analisar o mapa Ator-rede da turma C, o actante “lixo” aparece com o maior número de conexões, seguido de “população” (oito conexões), “comércio” e “poluição” (ambos com seis conexões). Os termos “animais”, “comércio” e “economia social” surgiram somente nesta sala como actantes, mas seus sinônimos aparecem nas demais turmas.

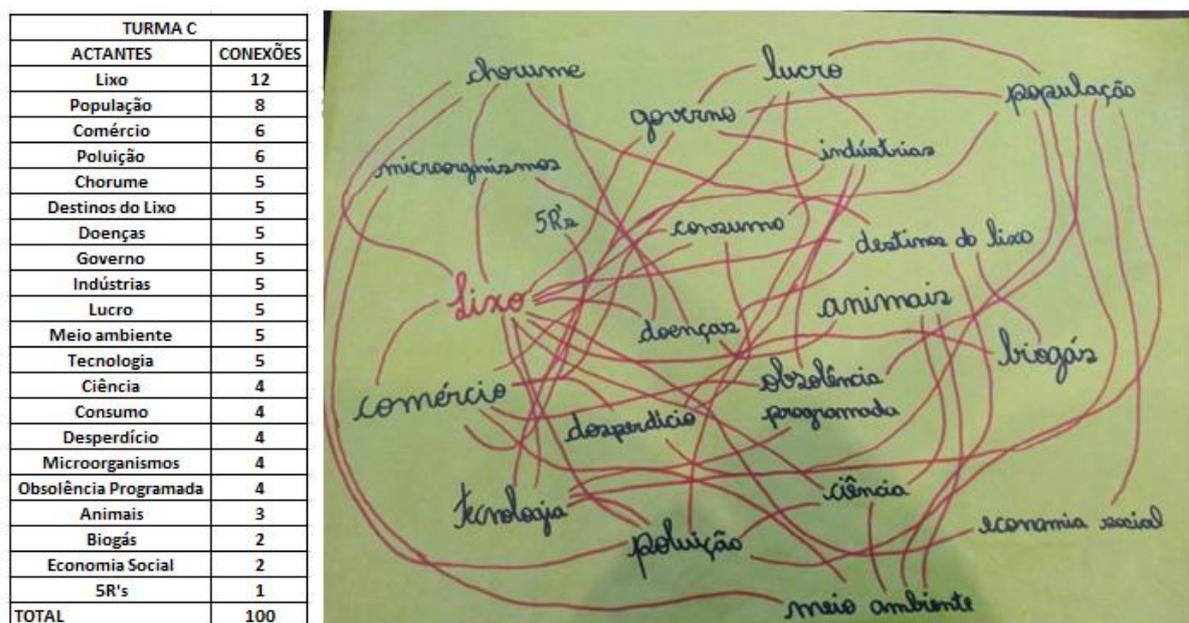


Figura 7: Mapa Ator-rede elaborado por uma equipe da turma C.

O actante “lixo” foi interligado aos seguintes termos: “animais”, “chorume”, “ciência”, “comércio”, “destino do lixo”, “doenças”, “economia social”, “governo”, “lucro”, “microrganismos”, “poluição” e “tecnologia”.

Nesta turma, também é possível verificar que o lixo é relacionado à CTS, uma vez que, o termo parece conectado à “comércio”, “economia social” e “governo” (sociedade), “animais”, “ciência” e “doenças” (ciência) e aparece também ligado diretamente ao “polo tecnologia”.

4.4 O mapa Ator-rede analisado da turma D

Por fim, na turma D os alunos escolheram vinte e um actantes e no mapa Ator-rede analisado (FIGURA 8), a equipe traçou cento e trinta e seis conexões. Os actantes enumerados na turma foram: "população", "lixo", "ciências", "indústrias", "governo", "tecnologia", "meio ambiente", "consumismo", "doenças", "obsolescência programada", "poluição", "dinheiro", "falta de consciência", "matéria prima", "microorganismo", "desperdício", "fontes de renda", "5Rs", "biogás", "destino do lixo" e "reciclar". O actante mais ligado a outros foi “população”, e os menos ligados foram “destino do lixo” e “reciclar”.



Figura 8: Mapa Ator-rede elaborado por uma equipe da turma D.

Nesta turma o actante “lixo” foi conectado aos seguintes termos: “5R's”, “biogás”, “ciências”, “consumismo”, “desperdício”, “destino do lixo”, “dinheiro”, “doenças”, “fonte de renda”, “indústrias”, “matéria prima”, “meio ambiente”,

“microrganismos”, “obsolescência programada”, “poluição”, “população” e “tecnologia”.

Analisando-se o mapa Ator-rede da turma D, fica evidente as relações CTS na questão do “lixo”. Isso porque, os estudantes conseguiram relacionar o termo à “consumismo”, “dinheiro”, “fonte de renda” e “população” (sociedade), à “biogás”, “5R’s”, “ciência” e “poluição” (ciência), e às “indústrias”, “tecnologia” e “obsolescência programada” (tecnologia).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho foi analisar os mapas Ator-rede produzidos por estudantes do 7º ano do ensino fundamental II durante o desenvolvimento de uma sequência didática denominada “Lixo: uma questão CTS”, para compreender como foram percebidas as questões e as relações entre ciência, tecnologia e sociedade associadas ao tema “lixo.”

O trabalho foi fundamentado teóricamente em dois alicerces estruturantes: a abordagem amoderna e a Teoria Ator-rede; e a perspectiva de ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade sob a interpretação de Harris Pierce. Como metodologia de trabalho foi produzida uma SD com dez aulas, as quais tiveram atividades diversas que possibilitaram aprofundar a questão CTS “lixo”.

Com base na análise dos mapas Ator-rede foi possível inferir que os estudantes perceberam o “lixo” como uma questão CTS (numa perspectiva não moderna), uma vez que a partir da palavra “lixo”, conseguiram conectar termos relacionados à ciência, tecnologia e sociedade, hibridizando “C”, “T” e “S”. Os estudantes conseguiram estabelecer interações do “lixo” com diferentes actantes, traçando as conexões entre eles, e também as conexões entre os outros actantes da rede. A contagem do número de conexões permite concluir que os estudantes puderam a agência/performance dos actantes, isto é, conseguiram atribuir pesos dentro da rede. Isto leva a crer que para os alunos alguns actantes tem mais força que outros, o que leva a uma determinada configuração da rede. Esta proposição encontra fundamento na TAR, pois os atores estão sempre em movimento, exercendo mais ou menos forças em determinada estabilização da rede, a qual é sempre provisória.

Infere-se a partir dos quatro mapas analisados nesse trabalho que os alunos se apropriaram da TAR, já que foram capazes de elaborar redes performativas. A partir da realização dessa pesquisa pode-se inferir que a TAR é viável como instrumento pedagógico, já que permitiu uma compreensão não linear de “C”, “T” e “S”, superando as aporias do movimento CTS e da concepção moderna da realidade. A elaboração dos mapas Ator-rede possibilitou que os alunos compreendessem que as questões CTS são bastantes complexas e que envolvem diferentes atores com diferentes agências. Delinear redes construindo mapas Ator-

rede, portanto, poderia ser uma ferramenta didática útil para viabilizar uma compreensão mais fidedigna das relações CTS.

Quanto às limitações deste trabalho, considera-se que seja necessário um estudo mais aprofundado de todos os mapas Ator-rede construídos pelos estudantes das turmas A, B,C e D para ter um panorama fidedigno sobre a aprendizagem da TAR e confirmar o potencial pedagógico da teoria como ferramenta de ensino/aprendizagem. Entretanto por questão de tempo a análise foi reduzida a apenas quatro mapas. Uma outra questão limitante foi a simplificação da TAR, que é uma teoria bastante complexa, para adaptá-la a faixa etária dos estudantes e a etapa do ensino fundamental II.

A partir desse estudo foram elaboradas novas questões que podem fomentar futuras investigações: Será que a sequência didática “Lixo: uma questão CTS” e suas atividades possibilitaram hibridizar ao máximo “C”, “T” e “S”? Será que os alunos compreenderam de fato os conceitos básicos da TAR e estão proficientes em identificar actantes e traçar redes para outras questões que envolvam aspectos científicos, tecnológicos e sociais? Será que o uso metodológico da TAR para trabalhar questões complexas seria mais adequado para ser utilizado com alunos de maior faixa etária?

Todos esses questionamentos incitam novas investigações para aprofundar os estudos.

REFERÊNCIAS

ALBE, V. Changements climatiques à l'école: Pour une éducation sociopolitique aux sciences et à l'environnement. **Éducation relative à l'environnement**, v.9, 2011.

AULER, D.; BAZZO, W.A. Reflexões par aa implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/01.pdf>. Acesso: 15/01/19.

BAUMAN, Zygmunt. **Vida para consumo: a transformação das pessoas em mercadoria**. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

COSTA, J.M.; ARAÚJO, A.T.; SILVA, B;M.; ANDRADE, L.A.; ANDRADE, R.B. Atividade de compostagem em micro escala como forma de promover educação ambiental e saberes em química no ensino médio. **Revista E.A** n. 51, ano XIII, março 2015. Disponível em: <http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=1981>. Acesso em: 22/09/18.

COUTINHO, F. A.; MATOS, S. A. ; SILVA, F. A. R. . Aporias dentro do movimento Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Apontamentos para uma solução.. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, v. 7, p. 2176-2185, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305412043_APORIAS_DENTRO_DO_MOVIMENTO_CIENCIA_TECNOLOGIA_SOCIEDADE_E_AMBIENTE_APONTAMENTOS_PARA_UMA_SOLUCAO. Acesso : 02/11/ 2018.

DELGADO, P. C. S. Licenciados de PIBID e o aquecimento global: redes de actantes e as relações entre ciência e política. 2016. **Tese (Doutorado em Educação)** - Universidade Federal de Minas Gerais, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Francisco Ângelo Coutinho. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-ACAHVL>. Acesso em: 20/01/2019.

DOLWICK, J. S. The Social' and beyond: introducing actor-network theory. **Journal of Maritime Archaeology**, v. 4, n. 1, p. 21-49, 2009.

FREIRE, P. **A Educação na Cidade**. São Paulo: Cortez, 2001.

HARMAN, G. **Prince of networks. Bruno Latour and metaphysics**. Melbourne: Re. Press, 2009.

HOCH, P. A. A Obsolescência programada e os impactos ambientais causados pelo eletrônico: o consumo sustentável e a educação ambiental como alternativas. XII **Seminário Nacional de Demandas Sociais e Políticas Públicas na Sociedade Contemporânea**. UNISC, 2016. Disponível em: <http://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/snpp/article/view/14704%20-%20acesso%2021/06/2018>. Acesso em: 31/08/19.

JARDIM, N. S.; WELLS, C. (Org.). **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT:CEMPRE, 1995.

LATOURE, B. **Jamais Fomos Modernos** (C. I. Costa, Trad). Rio de Janeiro, RJ: Ed. 34.1994.

LATOURE, B. **Reagregando o Social – Uma Introdução a Teoria do Ator-Rede**. Bauru, SP: EDUSC/ Salvador, BA: EDUFBA. 2012.

LAW, J. Actor-network theory and material semiotics. In: TURNER. B. T. **The new Blackwell companion to social theory**. Oxford: Blackwell, 2009.

MORA, J. F. **Dicionário de filosofia**. 4. (Q-Z). Edições Loyola, 2001.

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia. jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a08v20n1>. Acesso: 28/6/2018.

PEREIRA, A. O. K.; PEREIRA, Henrique M. K.; PEREIRA, M. M. K. **Hiperconsumo e a ética ambiental. Relações de consumo : meio ambiente** / org. Agostinho Oli Koppe Pereira, Luiz Fernando Del Rio Horn. – Caxias do Sul, RS : Educus, 2009. 232 p. Disponível em: https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/RC_MEIO_AMBIENTE_EBOOK.pdf. Acesso em: 31/08/2019.

PÉREZ, L.F.M.; CARVALHO, W.F.P.; LOPES, N.C.; CARNIO, M.P.; VARGAS, N.J.B. Abordagem de questões sociocientíficas no Ensino de Ciências: contribuição à pesquisa da área. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., Campinas. **Atas...** Campinas, 2011.

PIERCE, C. **Learning about a fish from an ANT: actor network theory and science education in the postgenomic era.** 2013. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s11422-013-9498-3/fulltext.html>> Acesso em:10/03/2019.

RICHARD, V.; BADER, B. Re-presenting the social construction of science in light of the propositions of Bruno Latour: For a renewal of the school conception of science in secondary schools. **Science Education**, v.94, n.4, 2009.

RODRIGUES, F. L. e CAVINATTO, V. M. **Lixo: de onde vem? para onde vai?** 2 ed. Reform. São Paulo: Moderna, 2003.

SANTOS, A. H.; SANTOS, H. M. N.; JUNIOR, B. S.; SOUZA, I. S. FARIA, T. L. As dificuldades enfrentadas para o ensino de ciências naturais em escolas municipais do sul de Sergipe e o processo de formação continuada. **XI Congresso Nacional de Educação. Curitiba, 2013.** Disponível em: https://educere.bruc.com.br/ANAIS2013/pdf/9474_6573.pdf. Acesso em: 15/01/19.

SANTOS, J. C.; QUEIROZ M, M. D. F. A. Pesquisando metodologias de (re)construção de aprendizagens a partir da interação com o computador. **Revista Psicopedagogia**, v. 28, n. 85, p. 29-40, 2011. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S010384862011000100004&lng=pt&tlng=pt. Acesso: 25/05/2019.

SANTOS, V. M. F.; Abrindo a caixa-preta de uma sequência didática. Uma análise ator-rede da aprendizagem profissional docente de um professor de biologia. 2016. **Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.** Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-ARRHKG>. Acesso: outubro de 2018.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**. v. 7, n.1, 2001.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania.** 3ª ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria do Meio ambiente. **Agenda 21 Global:** Capítulo 21- Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas

com os esgotos. Disponível em:
<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Agenda-21-ECO-92-ou-RIO-92/capitulo-21-manejo-ambientalmente-saudavel-dos-residuos-solidos-e-questoes-relacionadas-com-os-esgotos.html>. Acesso: 21/09/19.

SAYES, E. Actor Network Theory and methodology: Just what does it mean to say that nonhumans have agency? **Social Studies of Science**, v. 44, n.1, p. 134-149, 2014.

SILVA, M.A.; MARTINS, E.S.; AMARAL, W.K.; SILVA, H.S.; MARTINES, A.L. Compostagem: experimentação problematizadora e recursos interdisciplinar no ensino de química. **Química Nova Escola**, v. 37, n.1, p.71-81, fevereiro 2015. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_1/12-EEQ-38-14.pdf . Acesso: 08/08/2018.

ZEIDLER, D. L.; NICHOLS, B. H. Socioscientific issues: Theory and practice. **Journal of Elementary Science Education**, v.21, n.2, 2009.