

# Aprendendo sobre lixo no 7º ano do ensino fundamental: conexões a partir de uma abordagem CTS não moderna

Paula Nayara da Silva Avelino<sup>1</sup>  
Victor Marcondes de Freitas Santos<sup>2</sup>  
Luiz Gustavo Franco<sup>3</sup>

**Resumo:** O presente estudo teve como objetivo analisar os mapas Ator-rede elaborados por alunos do 7º ano do Ensino Fundamental. Coletamos dados durante uma sequência didática (SD) sobre lixo fundamentada na Teoria Ator-rede (TAR) e na abordagem de ensino de ciências “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS). 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. Indicamos possibilidades do uso da TAR como instrumento pedagógico capaz de explorar a complexidade das relações CTS em aulas de ciências.

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

- 
- 1 Especialista em Educação em Ciências, CECIMIG-UFMG, paulavelino@gmail.com;
  - 2 Mestre em Educação, Faculdade de Educação, UFMG, victorbiologo2012@gmail.com;
  - 3 Doutor em Educação, Faculdade de Educação, UFMG, luiz.gfs@hotmail.com.

## Introdução

A pesquisa em Educação em Ciências tem indicado a necessidade de uma educação científica mais significativa, capaz de preparar os estudantes para o uso de conhecimentos científicos no exercício da cidadania, construindo o pensamento crítico, resolvendo problemas em equipe, participando de debates públicos e se posicionando diante de questões relacionadas às ciências (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Autores destacam as potencialidades da abordagem “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS) para alcançar tais objetivos (AIKENHEAD, 1994; ALBE, 2011; AULER; BAZZO, 2001; SANTOS; AULER, 2011).

No presente estudo, nos voltamos para a análise desta abordagem sob o viés da Teoria Ator-Rede (TAR). Conforme indicado por Pierce (2013), a Teoria Ator-rede pode ser utilizada como o instrumento pedagógico capaz de preparar os alunos para a “era pós-genômica”, ao prezar por aspectos ontológicos<sup>4</sup>, políticos e históricos da ciência e tecnologia, em detrimento dos epistemológicos. Ademais, o ensino de ciências deveria considerar, além de questões morais e políticas presentes nas relações CTS, as relações humanas e não-humanas existentes no mundo. Isso poderia gerar oportunidades para que os estudantes compreendessem melhor como ciência e tecnologia moldam as relações entre humanos e não-humanos, a partir de uma perspectiva não moderna, rastreando diferentes atores envolvidos em controvérsias socio científicas, estudando relações de poder envolvidas em tais questões, identificando as qualidades fluidas em suas redes, entre outras possibilidades.

Pierce (2013), então, sugere a elaboração de ferramentas pedagógicas que permitam enfrentar essas questões, fundamentadas em controvérsias e em problemas do cotidiano, a partir da perspectiva da Teoria Ator-rede (TAR). Dialogando com as propostas de Pierce (2013), elaboramos uma sequência didática (SD) denominada “Lixo: uma questão CTS” para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental de uma escola pública de Minas Gerais. No presente artigo, apresentamos análises iniciais desta sequência, com o objetivo de indicar conexões entre “lixo” e diferentes actantes relacionados à ciência, tecnologia e sociedade estabelecidas pelos estudantes.

---

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

## A abordagem CTS e a temática lixo

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; 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 construir opiniões sobre questões relacionadas à ciência e à tecnologia, bem como compreender relações entre estas, a sociedade e o ambiente (COUTINHO, MATOS; SILVA, 2014).

Para Aikenhead (1994), 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.

A temática “lixo” oferece potencialidades para o trabalho em sala de aula com a abordagem CTS. Trata-se de um assunto contemporâneo que expõe inúmeras implicações sérias ao ser humano e ao ambiente (SANTOS et al., 2016). Conforme Jardim e Wells (1995, p. 23), entendemos lixo como “os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis”. Essa problemática pode ser tratada ligando a “ciência”, “tecnologia” e a “sociedade” (CTS), porque ao abordar a produção de lixo 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 (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

### Teoria Ator-rede

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 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 “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-humano<sup>5</sup>, e é definido pelo efeito de suas ações e não por suas qualidades. 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).

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.

Mobilizamos estas propostas de Latour como forma de analisar conexões que estudantes estabelecem entre a temática lixo e relações CTS. Especificamente, indicamos as potencialidades da TAR como uma ferramenta pedagógica para o ensino de ciências em uma abordagem CTS. Alinhados às colocações de Coutinho, Matos e Silva (2014), entendemos

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.

É que muitas propostas da abordagem CTS se baseiam em uma visão moderna de ciência. Somos levados a entender ciência e sociedade como polos separados, tecnologia e ciência como atividades que acontecem dentro da sociedade e pensar que se ocorrem relações CTS é porque o desenvolvimento dos dois primeiros leva a modificações (boas ou más) na última. Coutinho, Matos e Silva (2014), então, sugerem a Teoria Ator-rede no intuito de assentar aportes teóricos e metodológicos que permitam encontrar soluções para essas aporias do movimento CTS.

## Metodologia

A sequência didática nomeada de “Lixo: uma questão CTS” foi realizada 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 nas aulas da disciplina de Ciências. Uma síntese da SD está descrita no Quadro 1.

A partir da sequência didática nas quatro turmas do 7º ano, foram produzidos, nos voltamos para a análise dos mapas Ator-rede construídos pelos estudantes (Aulas 7 e 8 da SD). 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 (Fig.1).

**Quadro 1:** Síntese das atividades que foram desenvolvidas na SD “Lixo: uma questão CTS”.

Aula	Tema	Atividades
1	O que é lixo?	Introdução de uma questão problematizadora sobre o “lixo”. Exibição do documentário “Ilha das Flores” e momento de reflexão sobre questões relacionadas aos resíduos sólidos.
2 e 3	O caminho do lixo.	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.
4	Lixo é notícia.	Disponibilização de reportagens que abordam questões relacionadas ao “lixo”, para identificação das relações existentes entre resíduos sólidos, sociedade e meio ambiente.
5	Vamos conversar sobre o lixo?	Roda de Conversa com momento reflexivo em sala, para apresentar as análises das reportagens feitas pelos grupos.

6 e 7	A Teoria Ator-rede.	Apresentação dos conceitos da Teoria Ator-rede: ator/actante e redes performativas.
8 e 9	Mapas Ator-rede sobre o lixo.	Levantamento dos actantes relacionados ao “lixo” pelos estudantes e construção de mapas Ator-rede em grupos.
10	Painel das redes	Roda de conversa para compartilhar os mapas Ator-rede construídos e montagem de um painel para exposição dos trabalhos.

Os vinte e dois mapas construídos pelos estudantes foram fotografados e compõem o acervo de dados coletados durante a pesquisa. Selecionamos um mapa Ator-rede de cada uma das quatro turmas participantes da pesquisa. 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 de cada turma.

**Figura 1** - Exemplos de redes elaboradas em grupo pelos estudantes nas aulas 8 e 9.



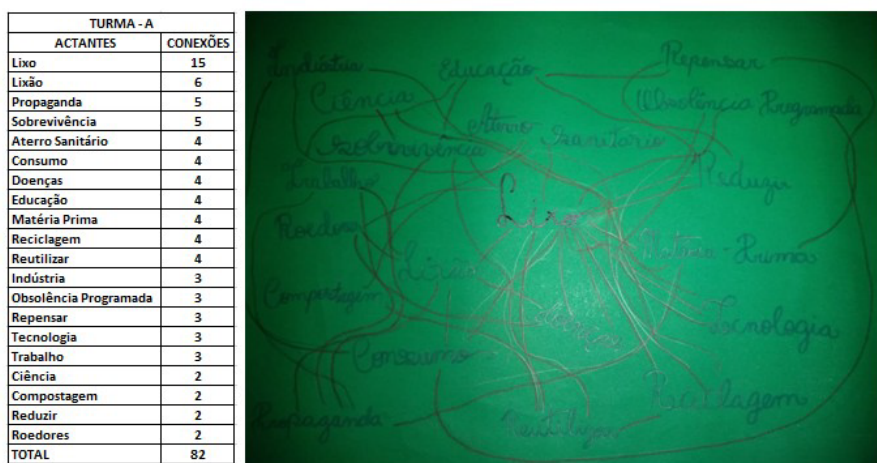
Definidos os mapas Ator-rede a serem analisados, prosseguimos o seguinte percurso analítico: i) Identificação e registro de quais actantes foram mobilizados pelos estudantes em uma planilha de *Excel*; ii) Contagem do número de conexões em cada mapa produzido e registro em planilha; iii) Somatório do número de conexões nos mapas Ator-rede de cada turma; iv) análise dos actantes conectados ao “lixo” e possíveis processos hibridização entre ciência, tecnologia e sociedade referentes a esse actante.

## 1 Resultados e Discussão

2 Os estudantes estabeleceram relações entre “lixo” e diferentes actantes. Na rede performativa da equipe da turma A, por exemplo, foram determinados vinte actantes e estabelecidas oitenta e duas conexões,

conforme indicado pela Figura 2. As relações entre lixo e CTS se expressaram de forma mais significativa em aspectos ligados à sociedade (eg. propaganda, sobrevivência, consumo, educação) e tecnologia (eg. matéria prima, lixo, aterro sanitário, obsolescência programada). Salienta-se que os estudantes fizeram duas conexões ambíguas ao lixo com relação aos termos “obsolescência programada” e “tecnologia”, além da baixa expressividade de relações diretas entre lixo e ciência.

**Figura 2** - Mapa Ator-rede elaborado por uma equipe da turma A.

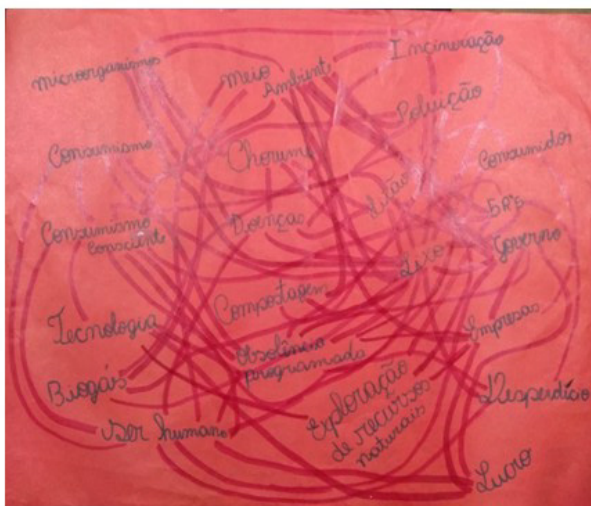


Na rede performativa da equipe da turma B, por sua vez, os estudantes levantaram vinte e dois actantes e estabeleceram cento e trinta e nove conexões, conforme indicado pela Figura 3. As relações entre lixo e CTS, neste caso, se expressaram de forma diversa em cada um dos polos. No polo sociedade aparecem 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 Apenas nesta turma apareceram os actantes “consumidor”, “consumo consciente”, “empresas”, “exploração de recursos naturais”, “incineração” e “ser humano”. Apesar disso, foi possível identificar actantes com significados similares nas demais.

**Figura 3** - Mapa Ator-rede elaborado por uma equipe da turma B.

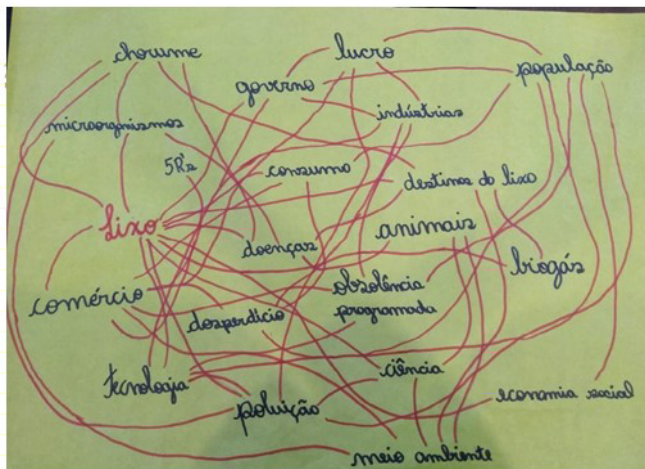
TURMA B	
ACTANTES	CONEXÕES
Lixo	16
Meio Ambiente	12
Ser Humano	10
Consumismo Consciente	9
Poluição	8
Governo	7
Obsolescência Programada	7
5R's	6
Empresas	6
Lixão	6
Microorganismo	6
Consumismo	5
Doenças	5
Incineração	5
Biogás	4
Chorume	4
Consumidor	4
Desperdício	4
Exploração de Recursos Naturais	4
Lucro	4
Tecnologia	4
Compostagem	3
TOTAL	139



Na rede performativa elaborada por uma das equipes da turma C, o mapa Ator-rede elaborado pela equipe estudada apresenta cem conexões, no qual o actante "lixo" recebeu doze, o maior número de conexões (Figura 4).

**Figura 4** - Mapa Ator-rede elaborado por uma equipe da turma C.

TURMA C	
ACTANTES	CONEXÕES
Lixo	12
População	8
Comércio	6
Poluição	6
Chorume	5
Destinos do Lixo	5
Doenças	5
Governo	5
Indústrias	5
Lucro	5
Meio ambiente	5
Tecnologia	5
Ciência	4
Consumo	4
Desperdício	4
Microorganismos	4
Obsolescência Programada	4
Animais	3
Biogás	2
Economia Social	2
5R's	1
TOTAL	100



Nesta turma, também é possível identificar relações entre lixo é relacionado aspectos CTS. O termo aparece conectado a actantes como "comércio", "economia social" e "governo" (sociedade), "animais", "ciência" e "doenças"



(ciência) e aparece também ligado diretamente ao “polo tecnologia”. Os termos “animais”, “comércio” e “economia social” surgiram somente nesta sala como actantes, mas seus sinônimos aparecem nas demais turmas.

Por fim, na turma D os alunos escolheram vinte e um actantes e no mapa Ator-rede analisado (Figura 5), a equipe traçou cento e trinta e seis conexões. Diferentemente do observado nos outros grupos, o actante mais ligado a outros foi “população” e “lixo” aparece em segundo lugar.

**Figura 5 -** Mapa Ator-rede elaborado por uma equipe da turma D.



As relações entre lixo e CTS se evidenciam a partir das conexões entre lixo e os actantes “consumismo”, “dinheiro”, “fonte de renda” e “população” (sociedade), à “biogás”, “5R’s”, “ciência” e “poluição” (ciência), e às “indústrias”, “tecnologia” e “obsolência programada” (tecnologia).

1 A diversidade de conexões nos mapas e suas diferentes expressões em cada um deles nos levam a pensar que os estudantes ponderaram a agência/performance dos diferentes actantes, isto é, buscaram atribuir pesos dentro da rede. Isto é, alguns actantes têm 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.

## 5 Considerações Finais

No presente trabalho apresentamos análises iniciais de mapas Ator-rede produzidos por estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental durante o

desenvolvimento de uma sequência didática denominada “Lixo: uma questão CTS”. Nos fundamentamos em dois alicerces teóricos estruturantes: a Teoria Ator-rede; e a perspectiva de ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade, sob a interpretação de Harris Pierce. Como metodologia de trabalho, produzimos uma SD com dez aulas sobre o “lixo”.

Com base na análise dos mapas foi possível inferir que os estudantes perceberam o “lixo” como uma questão CTS, tendo em vista as conexões entre este termo e uma série de actantes relacionados à ciência, tecnologia e sociedade.

3 Indicamos possibilidades do uso da TAR como instrumento pedagógico capaz de proporcionar relações não lineares entre “C”, “T” e “S”, auxiliando na superação da concepção moderna da realidade. A elaboração dos mapas Ator-rede foi uma forma de trabalhar a complexidade das relações CTS que envolvem diferentes atores com diferentes agências.

4 A partir deste estudo exploratório, entendemos a necessidade de um maior aprofundamento nos mapas Ator-rede construídos pelos estudantes das turmas. Dessa forma, além de analisar os produtos construídos, propomos análises futuras sobre como cada grupo negociou esta construção, dando maior enfoque ao processo de produção dos mapas.

## 5 Agradecimento:

Agradecemos ao apoio financeiro do CNPq (Processo nº 430197/2018-7)

## 6 Referências

AIKENHEAD G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, p.47-59, 1994.

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 a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

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

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. Apresentação. In CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. (Org.). **Questões Socio científicas: Fundamentos, Propostas de Ensino e Perspectivas para Ações Sociopolíticas**. 1. ed. Salvador: EDUFBA, 2018. v. 1. 574p.

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.

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

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

LATOUR, 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.

PIERCE, C. **Learning about a fish from an ANT: actor network theory and science education in the postgenomic era**. 2013.

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**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.

SANTOS, W. L. P; AULER, D. **CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília, Editora UnB, 2011.

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.**

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.