

A mobilização de diferentes actantes em uma explicação de um experimento sobre o conteúdo "Equilíbrio químico"

The mobilization of different actants in an explanation of an experiment on the content "Chemical equilibrium"

Thayna Dadamos Araújo

Universidade Federal de Ouro Preto
thaynadadamos@yahoo.com.br

Gabriela Mara de Paiva Campos Andrade

Universidade Federal de Ouro Preto
Gabi007_7@hotmail.com

Fábio Augusto Rodrigues e Silva

Universidade Federal de Ouro Preto
fabogusto@gmail.com

Francisco Ângelo Coutinho

Universidade Federal de Minas Gerais
fac01@terra.com.br

Resumo

O presente trabalho busca analisar o processo de ensino aprendizagem em uma sequência didática sobre equilíbrio químico. Nesta sequência, os alunos estão associados a diferentes actantes humanos e não-humanos em uma situação de investigação que envolve um experimento em sala de aula. A análise das aulas é baseada na metodologia da Teoria Ator-Rede que assume as situações de aprendizagem como uma prática sociomaterial. Temos como principais resultados uma rede que emerge a partir das relações entre os diferentes actantes, que podem ser citados sendo os materiais e reagentes utilizados no experimento, o próprio aluno, a licencianda como um mediador dos conhecimentos.

Palavras chave: teoria ator-rede, equilíbrio químico, sequência didática.

Abstract

This paper analyzes the teaching learning process in a sequence on chemical equilibrium. In this sequence, students are associated with different human and non-human actants in a situation of research involving an experiment in the classroom. The analysis of the classes is based on the methodology of the Actor-Network Theory assumes that the learning situations as a sociomaterial practice. Our main results a network that emerges from the relationships

between the different actants that can be cited with the materials and reagents used in the experiment, the students themselves, the graduate as a mediator of knowledge.

Key words: Actor-network Theory, chemical equilibrium, instructional sequence

Introdução

O presente trabalho busca apresentar como é formada uma rede a partir da interação entre diferentes objetos, através de uma análise do processo de um ensino e aprendizagem em uma sala de aula de química no ensino médio, investigando o desenvolvimento de uma explicação de um experimento presente em uma sequência didática. Para tal análise, utilizamos os aportes teóricos e metodológicos da Teoria Ator-Rede, a qual busca entender e observar as relações que são criadas entre objetos, coisas, seres humanos e outros tipos de seres vivos. Logo, estamos assumindo a situação estudada como uma prática sociomaterial e ampliando o nosso olhar para além das relações discursivas entre os sujeitos envolvidos na atividade (COUTINHO et al, 2014). Esse compromisso é assumido quando evocamos os princípios da Teoria Ator-Rede (TAR), que nos convidam a examinar as relações entre os humanos e não humanos como actantes “definíveis relacionalmente, a partir das maneiras como agem/resistem nessas redes de práticas”. (BUZATO, 2009, p. 72).

No caso aqui apresentado, analisamos a aplicação de uma sequência didática com o tema Equilíbrio Químico, que foi desenvolvida entre uma licencianda e uma professora de química experiente, ambas participantes de um subprojeto de química do Programa Institucional de Bolsas de Incentivo à Docência (PIBID). Essa parceria resultou na produção da sequência e em um estudo de análise do processo de construção estabelecida de forma compartilhada entre sujeitos com trajetórias de formação e de experiência docente tão díspares (AUTOR 1 e AUTOR 3, 2014).

Sabe-se que este tema é de difícil compreensão por parte dos alunos, por ser muito abstrato e demanda a mobilização de grande quantidade de ideias e conceitos relacionados. Apesar desta dificuldade, Mortimer e Machado (2011) defendem a ideia de que o tema Equilíbrio Químico é um dos mais importantes do Ensino Médio, pois é possível através dele articular outros conhecimentos como cinética química, termoquímica, reação química, entre outros. A sequência aplicada neste trabalho tenta superar as dificuldades da temática por meio de experimentos investigativos, realizados em grupo e uma atividade de leitura alternada.

Neste artigo apresentamos eventos relacionados à primeira atividade aplicada que consistiu em uma atividade experimental na qual se tem como objetivo o entendimento sobre a reversibilidade de uma reação química e a coexistência das substâncias. Os alunos estiveram em contato com reagentes químicos, instrumentos de laboratório, e realizaram a atividade em grupo. Os eventos escolhidos nos permitem evidenciar como os diferentes actantes humanos e não-humanos são mobilizados quando se constrói uma explicação de um experimento científico em uma aula de química. Portanto, nós queremos pensar neste componente do trabalho didático, a explicação, como sendo aquele momento em que o professor se empenha em dar sentido a um fenômeno, e que este fenômeno ou a fala do professor não é colocada em dúvida (OSBORNE e PATTERSON, 2011).

REFERENCIAL TEÓRICO

Os pesquisadores da TAR têm como preocupação essencial explicar "o social" enquanto uma associação que deve ser estudada e entendida em termos de rede, que engloba uma

heterogeneidade de elementos humanos e não-humanos, termo este que se refere a uma gama de entidades, tais como seres vivos ou objetos (LATOURE, 2012). Estes elementos, humanos e não humanos, são denominados de actantes que se dissociam e associam em um dinamismo processual construindo redes complexas (NOBRE e PEDRO, 2010). Law afirma que

(...) o caso geral que é enfatizado pela teoria ator-rede é esse: se os seres humanos formam uma rede social, isto não é porque eles interagem com outros seres humanos. É porque eles interagem com seres humanos e muitos outros materiais também. E, exatamente como seres humanos têm suas preferências – eles preferem interagir de certas formas e não de outras – esses outros materiais que compõem as redes heterogêneas do social também têm suas preferências. Máquinas, arquiteturas, roupas, textos – todos contribuem para o ordenamento do social. (LAW, 2006, p.3)

Aqui, a ideia de rede não se submete a uma entidade fixa, mas sim, a movimentação, circulação, a fluxos, sendo compostas por séries heterogêneas de entidades do mundo que são conectados e agenciados (MORAES, 2004). Melo (2011, p. 178-179) enfatiza que:

Nas redes, vale o princípio da conectividade, do que pode ser aproximado, conectado, modificado pelo encontro de instâncias que buscam traduzir as diferenças pelos deslocamentos efetuados, sejam estes geográficos ou linguísticos, num espaço de fronteiras. Concebida a partir de múltiplas influências, traz a marca da interdisciplinaridade quando segue os rumos que tomam os fenômenos, entendidos como efeitos dessas redes que mesclam simetricamente pessoas e objetos, dados da natureza e dados da sociedade, oferecendo-lhes igual tratamento. O fato científico passa a ser compreendido como a expressão de uma rede que tem seus efeitos em escala.

Portanto, ao investigar os fenômenos procuramos tentar evidenciar como os actantes participam e como os processos são performados. Isso nos permite evidenciar quem atua e como atua, e como essa atuação pode transformar, influenciar, limitar ou determinar a realidade (COUTINHO et al, 2014). Ou ainda, propicia perceber os processos de translação (LATOURE, 2012) como aqueles em que os actantes se associam e agem uns sobre os outros, formando as redes sociomateriais.

Neste sentido, analisamos o processo de ensino e aprendizagem e procuramos descrever a rede sociomaterial que se constitui na situação analisada buscando evidenciar as associações e ações entre os diferentes elementos que são mobilizados quando ensinamos ciências nas aulas. Uma rede que é composta por diferentes actantes: professor, alunos, quadro negro, livro, roteiros, substâncias, equipamentos de laboratório, entre outros. Assim, o processo de aprendizagem também passa a ser entendido como uma rede, pois existem várias relações entre os elementos participantes desse processo, sendo alguns desses: professor, aluno, quadro negro, livro, experimento, colegas de sala de aula, e outros tantos que podem ser observados. Melo (2011) discute que, para Latour, a aprendizagem consiste na abertura para que se possa ser afetado e essa abertura permitiria novas conexões com diferentes actantes. Ela ainda afirma que:

Se o conhecimento é concebido como o resultado de uma articulação e a aprendizagem como uma forma de se deixar afetar, de se deixar tocar em toda a materialidade do corpo, então poderíamos questionar as bases em que as aprendizagens são propostas, quando assentadas numa visão que separa o corpo do mundo e trabalha a transmissão de conhecimento como uma cópia a ser imitada (MELO, 2011, p. 182).

Diante disso, neste artigo nos interessa demonstrar como é formada uma rede a partir da mobilização de diferentes actantes em um momento de explicação de um experimento pela

bolsista do PIBID. Em nossa concepção, a explicação pode ser entendida como um dos movimentos que o educador faz para trazer actantes que podem afetar os sujeitos que aprendem. Portanto, mais do que falar sobre ou aprender uma linguagem (MARTINS et al, 1999), existe o apresentar os não-humanos que não são apenas elementos figurativos, mas que agem e possibilitam a compreensão do que se quer elucidar.

PERCURSO METODOLÓGICO

A sequência didática foi aplicada em uma turma do segundo ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual, em um município do interior de Minas Gerais. Os dados foram coletados por bolsistas do projeto já citado, ao quais as autoras do referente artigo também faziam parte e acompanharam todo o processo. Com autorização dos pais dos alunos e da direção da escola, as aulas foram gravadas em forma de vídeo para uma melhor análise de dados.

A sequência aqui aplicada envolve alguns conceitos básicos para o entendimento do Equilíbrio Químico. A primeira atividade tem como objetivo, o entendimento da reversibilidade das reações químicas e a coexistência das substâncias, através de um experimento (equilíbrio cromato/dicromato), utilizando duas aulas para aplicação; e a segunda atividade é uma leitura alternada que tem o objetivo de observar a relação existente entre pressão e temperatura, e como isso influencia no Princípio de Le Chatelier, utilizando quatro aulas para aplicação.

A primeira atividade foi realizada em 5 grupos composto por cinco alunos cada. Analisamos apenas um, pois era o que estava mais próximo da filmagem e conseguimos obter mais informações. Realizamos as transcrições de dois episódios ocorridos durante a aplicação. E iniciamos a análise cujo primeiro passo consiste na identificação dos actantes e a sua definição por suas ações, as mobilizações e os movimentos de translação. O segundo passo é a produção de um relato que traça uma rede que permite descrever e compreender as associações.

Nas transcrições apresentadas, adotamos nomes fictícios: a bolsista que auxiliou na aplicação da sequência didática e que acompanhou esse grupo será referida como Graziela, os alunos envolvidos na sequência serão referidos como Tiago, Luís, Marcelo, Alysson e o outro integrante não será mencionado, pois em nenhum momento das discussões se manifestou.

ANÁLISE DOS EPISÓDIOS

A sequência aplicada foi desenvolvida tendo como princípio favorecer a autonomia do aluno, colocando-o como o principal responsável pela construção do seu próprio conhecimento e o professor como participante desse processo, mas não como o portador de todo o conhecimento (DRIVER, ASOKO, LEACH, MORTIMER e SCOTT, 1999). As atividades foram escolhidas e adaptadas em um trabalho colaborativo entre uma licencianda e uma licenciada. Esse planejamento conjunto foi pensado como um momento para favorecer uma formação dialógica de professores, oportunizando momentos de buscas de soluções de problemas e dificuldades, pensando em inovações e melhoria das aulas de ciências (AUTOR 1 e AUTOR 3, 2014).

As atividades que compõem a sequência didática são: uma atividade experimental sobre o equilíbrio do cromato/dicromato e um estudo dirigido a partir de um texto sobre a história do cientista Fritz Haber produzido pela dupla já citada anteriormente. A atividade experimental sobre o equilíbrio do cromato/dicromato tem como objetivo demonstrar um sistema em equilíbrio, favorecendo a aprendizagem dos alunos para uma compreensão da coexistência de reagentes e produtos, e da reversibilidade da reação, ou seja, a simultaneidade de ocorrência das substâncias. A segunda atividade sobre o texto de história do cientista foi pensada para

favorecer a aprendizagem em relação às condições necessárias para a reação acontecer, como o equilíbrio químico interfere na decisão de submeter uma reação a determinadas condições, como a variação da pressão e temperatura, e a utilização de um catalisador. (AUTOR 1).

Os alunos realizaram o experimento após as orientações do professor regente da sala. Em seguida cada bolsista do PIBID que estava presente assumiu um grupo para a discussão, a integrante que ficou responsável pelo grupo analisado, começou os questionamentos para gerar uma discussão e um aproveitamento maior da atividade, com o objetivo da construção dos conhecimentos científico. Assim, pode-se observar no diálogo abaixo:

Graziela: O que inicialmente tinha no tubo 1? Vocês colocaram qual solução?

Tiago: O amarelo.

Graziela: O amarelo é qual? É o cromato ou dicromato?

Tiago: Lê aí só... (Falando para outro componente do grupo ler no roteiro as etapas realizadas do experimento).

Graziela: Isso... Aqui ó... Adicionamos 2 mL de cromato de potássio, solução amarela e vocês colocaram depois o ácido clorídrico, não foi isso? E a solução ficou de que cor?

Lúis: Laranja.

Graziela: Laranja e os íons laranjas são o dicromato, que está falando no enunciado. (Os alunos concordam) Então o que vocês observaram? (Os alunos ficaram um olhando para o outro e a bolsista teve que prosseguir tentando que eles dessem uma resposta.) Que há íons dicromatos...

Marcelo: Na solução.

Graziela: Em solução.

Percebe-se que a Graziela teve uma participação importante nesse evento, pois os alunos pareciam tímidos e ela teve que buscar métodos para que fizessem os alunos a pensarem e responderem. Para tanto, ela começa a explicar. Diante dessa ação de Graziela a tomamos como um actante focal (CALLON, 1986) de uma rede que está sendo formada. Para formar esta rede, a Graziela mobiliza os alunos e diferentes objetos como o cromato de potássio, o roteiro de aula prática e também mobiliza actantes que não são observáveis, como os íons, identificados pelo roteiro como resultado de uma reação que formará o dicromato de potássio, que possui cor laranja. No trabalho de arregimentar os alunos do grupo para a ação de aprendizagem, Graziela percebe a incompreensão de um dos estudantes e fala novamente, conforme o trecho abaixo:

Graziela: Inicialmente a gente tinha o cromato de potássio que é o K_2CrO_4 , não é isso? E neste adicionou o que?

Marcelo: Esqueci...

Graziela: O ácido clorídrico, não foi? O passo 2 (Referência ao roteiro do experimento). Quando a gente adicionou o ácido clorídrico no cromato de potássio ficou de que cor?

Marcelo: Laranja.

Graziela: Laranja. E no enunciado fala assim: os íons de cromato são responsáveis pela coloração amarela, aí inicialmente tinha-se o que?

Alysson: Cromato.

Graziela: O cromato porque a coloração era amarela e ela passou para laranja, sendo que os íons dicromato são responsáveis pela coloração laranja. Então, o que a gente pode perceber? Que inicialmente a gente tinha o cromato que é representado entre aspas pela coloração amarela e assim que a gente pingou o ácido ele ficou de que cor?

Marcelo: Laranja.

Graziela: Laranja e os íons do dicromato são representados pela cor laranja. Então, o que a gente pode perceber? Que tem a presença...

Alysson: Que o amarelo foi para o laranja.

Graziela: Qual deles, o cromato ou o dicromato?

Lúis: Dicromato.

Graziela: Isso, mais dicromato, mas temos a presença dos dois. Então, o que vocês podem perceber do tubo 1? A gente acabou de falar, você me falou... De acordo com a composição. Qual era a composição inicial dele?

Marcelo: Cromato.

Graziela: Era o cromato, isso e a composição posterior?

Alysson: Dicromato.

Graziela: Então, vocês podem explicar assim, de acordo com a coloração dos sistemas, o tubo de ensaio 1 e 2 tem as seguintes composições... Isso que você me falou...

Marcelo: A solução amarela, cromato, com a presença do ácido ficou laranja, que é dicromato.

Neste trecho, Graziela traz um novo actante, o ácido clorídrico, que reagindo com os íons cromato, que formam uma solução amarela, resulta em uma solução alaranjada. Pela fala de Graziela, percebe-se que o roteiro da aula prática traz a resposta: o dicromato, que passa a compor a rede. Ao fazer perguntas de checagem de entendimento, Graziela obtém a resposta esperada que vem pela fala do Marcelo.

Em um segundo momento, continuou a discussão da atividade, pois anteriormente realizou-se apenas a primeira parte do experimento. Com isso, seguiram com mais questionamentos sobre como os alunos esclareciam a variação de cor do sistema, quais reagentes os alunos utilizaram para que houvesse a mudança de cor nos tubos de ensaio, um dos alunos respondeu:

Tiago: Esse e esse (neste momento ele pega um dos vidros com os reagentes, um com dicromato de potássio e o outro com o hidróxido de sódio).

Observa-se aqui uma interação do aluno com os reagentes envolvidos no experimento e assim Graziela continua a discussão, de forma que venha emergir algo dessa interação, como podemos ver a seguir:

Graziela: Isso, é o dicromato e o... (o aluno interrompe a fala de Graziela).

Tiago: (O aluno pega um dos vidros e fala). Esse aqui é o alaranjado. (Neste momento, outros dois alunos do grupo falam que no outro vidro contém o líquido transparente, o hidróxido de sódio e que ao misturá-los, a solução final ficou amarelada).

Graziela: Qual cor que fica?

Luis: Amarela.

Nesse momento, torna-se claro que Tiago e outros colegas conseguem relacionar a modificação da cor inicial do reagente, a partir da adição de outro reagente (neste caso o hidróxido de sódio, que foi adicionado ao dicromato de potássio). Assim, ambos reagentes e a coloração tornam-se actantes desse processo. Graziela continua a instigá-los de forma que comece a construir a entender o que esse experimento pode evidenciar, visto nas falas seguintes:

Graziela: Então, como vocês podem explicar a coloração desse sistema? A variação da coloração do sistema?

Marcelo: Aconteceu uma reação.

Alysson: Eu tinha uma substância e eu coloquei outra substância mudou de cor, e aconteceu uma reação química.

Graziela: Então, escreve ai.

Os alunos envolvidos na atividade começam a construir um conhecimento científico que emergiu de uma interação entre diferentes actantes (materiais e reagente utilizados no experimento, a relação entre um reagente e outro, quando adicionados em um mesmo recipiente, a Graziela que mediou alguns conhecimentos de forma explicativa, o próprio aluno, entre outros), assim formando uma rede (FIGURA 1).

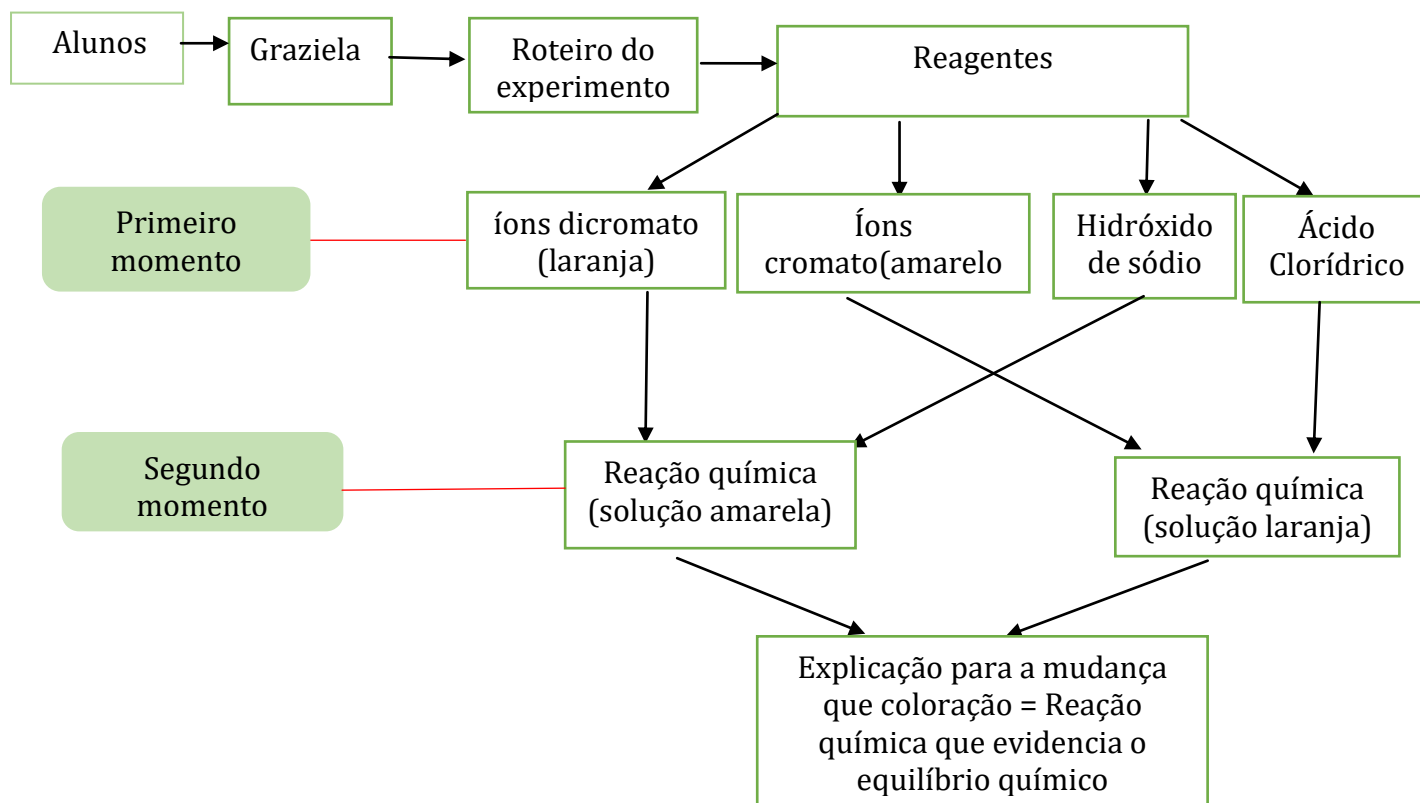


Figura 1: Rede formada através de diferentes actantes

A rede com todos os actantes presentes que foram mobilizados nos mostra a emergência de um processo de explicação em que as evidências só são possíveis quando arremontamos os diferentes reagentes que permitem associar uma reação de equilíbrio químico por meio de uma mudança na coloração. A mudança na coloração se torna um ponto obrigatório que conduz a atividade e permite que as palavras da Graziela e que o conteúdo que está no roteiro faça sentido. Pode-se ainda inferir que a mudança na coloração propicia uma articulação que traz a possibilidade de que os alunos engajados na atividade possam ser afetados pelo fenômeno que é demonstrado por Graziela.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa pesquisa buscou-se analisar, com base na TAR, processos de ensino e aprendizagem que ocorrem em uma aula de química. Deste modo, foi possível evidenciar as relações que são criadas entre humanos e não humanos durante este processo.

A análise evidenciou a presença de vários actantes, como o professor, os alunos, as instruções do roteiro e o experimento envolvendo materiais e reagentes, que foram fundamentais em todo o processo. Observamos que alguns actantes tornaram-se mais evidentes em alguns momentos, como por exemplo, a Graziela como mediadora do processo e os reagentes envolvidos no mesmo, pois os alunos conseguiram a partir dele chegar a uma resposta.

Dessa forma, a TAR, nos fornece evidências de que alguns actantes, com destaque para os não humanos, são mais relevantes que outros nesse processo de explicação. Isto nos permite reforçar a visão de que o conhecimento não está restrito ao discurso, mas distribuídos (COUTINHO et al, 2014) nos diferentes materiais que foram mobilizados no momento da explicação. Acreditamos, portanto, que a TAR traz possibilidades promissoras de empreender novos estudos, tanto sobre os processos de explicação quanto de aulas experimentais, pois seguindo também os não-humanos podemos compreender a aprendizagem de forma mais

abrangente como uma prática sociomaterial que se relaciona a uma rede.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos todos os integrantes desse trabalho e à fapemig.

Referências

- ARAÚJO, T. D.; RODRIGUES E SILVA, F. A. O trabalho colaborativo e a construção de uma sequência didática para o ensino de ciências: um processo de formação de professores. IV simpósio nacional de ensino de ciência e tecnologia, Ponta Grossa, PR, 2014.
- BUZATO, M. E. K. Letramento, novas tecnologias e a Teoria Ator-Rede: um convite à pesquisa. *Remate de Males*, v. 29, p. 71-88, 2009.
- CALLON, M. Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of Saint Briec Bay. In: Law, J. Power, Action and Belief. *A New Sociology of Knowledge?*, Boston: Routledge, p. 196-233, 1986.
- COUTINHO, F. A.; RODRIGUES e SILVA, F. A.; MATOS, S. A.; SOUZA, D.F.; PRADO, D. Proposta de uma unidade de análise para a materialidade da cognição. *Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)*, v. 7, p. 1930-1942, 2014
- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n.9, p. 31-40, 1999.
- LATOOUR, B. Reagregando o social: uma introdução à teoria ator-rede. Salvador/Bauru: EDUFABA-EDUSC, 2012.
- LAW, J. Notas sobre a Teoria do Ator-Rede: ordenamento, estratégia, e heterogeneidade. Tradução de Fernando Manso. Rio de Janeiro: COMUM, 2006.
- MARTINS, I.; OGBORN, J.; KRESS, G. Explicando uma explicação. *Ensaio: Pesquisa em educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 1-14, 1999.
- MELO, M. F. A. Discutindo a aprendizagem sob a perspectiva da teoria ator-rede. *Educar em Revista*, v. 39, p. 177-190, 2011.
- MORAES, M. 'A ciência como rede de atores: ressonâncias filosóficas'. *História, Ciências, Saúde — Manguinhos*, vol. 11(2), p. 321-333, maio-ago. 2004.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A.H. *Química - Ensino Médio - volume 2*. 1. ed. São Paulo: Scipione, v. 1. 256p. 2011.
- NOBRE, J. C. A.; PEDRO, R. M. L. R. Reflexões sobre possibilidades metodológicas da Teoria Ator-Rede. *Cadernos UniFOA (Online)*, v. 14, p. 47-56, 2010.
- OSBORNE, J. F., PATTERSON, A., "Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction?," *Science Education*, v.95, n. 4, p. 627-638, 2011.