

## **Ensino em Ação: uma análise das ações docentes e discentes em aulas de Física a partir da Teoria Ator-Rede<sup>+</sup>\***

---

*Sergio de Mello Arruda<sup>1</sup>*

*Henrique César Estevan Ballesteros<sup>1</sup>*

Universidade Estadual de Londrina  
Londrina – PR

*Hugo Emmanuel da Rosa Corrêa<sup>1</sup>*

Instituto Federal do Paraná  
Jacarezinho – PR

*Marinez Meneghelli Passos<sup>1</sup>*

Universidade Estadual de Londrina  
Londrina – PR  
Universidade Estadual do Norte do Paraná  
Cornélio Procópio – PR

### **Resumo**

*Neste artigo exploramos o pressuposto de que as ações, docentes e discentes, que se desenvolvem em sala de aula, podem ser analisadas a partir do que denominamos Ensino em Ação. Duas questões de pesquisa são levantadas, uma teórica e outra prática: (1) O que é ou o que poderia ser o Ensino em Ação? (2) Como analisar o Ensino de Ciências, no caso o Ensino de Física, como um Ensino em Ação? Para responder à questão (1) operamos uma transposição dos pressupostos apresentados por Latour no livro Ciência em Ação para o campo do Ensino, chegando à conclusão de que o Ensino em Ação teria duas faces, uma pronta e outra em construção. Para responder à questão (2) coletamos dados a partir de gravações de aula síncrona de disciplina ofertada no mestrado profissional de uma universidade pública do estado do Paraná. Os resultados à questão (2) foram separados em duas partes. Na primeira parte apresentamos as categorias de ações docentes e discentes encontradas no episódio. Na segunda parte representamos, por meio de*

---

<sup>+</sup>Teaching in Action: an analysis of teacher and student actions in Physics classes based on Actor-Network Theory

\* Recebido: 18 de junho, 2025.

Aceito: 26 de novembro de 2025.

<sup>1</sup> E-mails: sergioarruda@uel.br; ballesteros@uel.br; hugo.correa@ifpr.edu.br; marinezpassos@uel.br

*linhas do tempo, o fluxo das ações discursivas ao longo do episódio, enfatizando, em especial, as controvérsias que provocaram translações do docente e de estudantes. Ao final, com exceção de um estudante, todos os demais transladaram (se conectaram) ao discurso do professor. A conclusão geral é que a fase do fluxo discursivo em que aparecem as controvérsias, do ponto de vista defendido neste artigo, pode ser adequadamente caracterizada como o ensino em construção. A partir do momento em que a maioria dos estudantes adere (se conecta) ao discurso do professor, entramos em uma fase que corresponderia ao ensino pronto, na qual as controvérsias cessam. A nosso ver, a investigação das ações em sala de aula, tendo como base a ideia do Ensino em Ação, é uma abordagem promissora, podendo ser aplicada a outras disciplinas, níveis de ensino, e, inclusive, incorporar a ação de atores não humanos.*

**Palavras-chave:** *Ensino em Ação; Teoria Ator-Rede; Ação Docente; Ação Discente; Ensino de Física.*

## **Abstract**

*In this article, we explore the assumption that the actions of teachers and students in the classroom can be analyzed based on what we call Teaching in Action. Two research questions are raised, one theoretical and the other practical: (1) What is or what could Teaching in Action be? (2) How can we analyze Science Teaching, in this case Physics Teaching, as Teaching in Action? To answer question (1), we transposed the assumptions presented by Latour in the book “Science in Action” to the field of teaching, concluding that Teaching in Action has two faces: one ready and the other under construction. To answer the question (2), we collected data from recordings of synchronous classes in the discipline of a professional master’s degree at a public university in Paraná. The results for question (2) were divided into two parts. In the first part, we present the episode’s categories of teacher and student actions. In the second part, we represent, through timelines, the flow of discursive actions throughout the episode, emphasizing, in particular, the controversies that provoked translations by the teacher and students. In the end, except for one student, all the others translated (connected) to the teacher’s discourse. The general conclusion is that the phase of the discursive flow in which controversies appear, from the point of view defended in this article, can be adequately characterized as teaching under construction. When most students adhere to (connect) the teacher’s discourse, we enter a phase corresponding to*

*ready teaching, in which controversies cease. In our view, the investigation of actions in the classroom, based on the idea of Teaching in Action, is a promising approach that can be applied to other disciplines and levels of education and even incorporate the actions of non-human actors.*

**Keywords:** *Teaching in Action; Actor-Network Theory; Teacher Action; Student Action; Physics Teaching.*

## I. Introdução

Em nossas pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem em sala de aula por meio da observação direta, desenvolvidas no âmbito do programa de pesquisa PROAÇÃO (Arruda; Passos; Broietti, 2021), tem surgido uma questão central: como podemos entender as conexões entre as ações docentes (ações que o professor realiza em sala de aula) e as ações discentes (ações que o estudante realiza em sala de aula)? Parece-nos que a aprendizagem dos estudantes depende, fundamentalmente, de tais conexões, ou seja: se as ações que o professor realiza não estão conectadas àquelas que os estudantes realizam, é muito provável que a aprendizagem do estudante não ocorra. Por outro lado, caso as conexões entre as ações ocorram, é muito provável que haja uma aprendizagem em curso<sup>2</sup>. Esta é uma hipótese em investigação em nosso grupo de pesquisa<sup>3</sup>. Esperamos que, com os resultados apresentados neste artigo, ela adquira maior plausibilidade aos olhos dos pesquisadores.

As ações (docentes, discentes etc.) em sala de aula podem ser analisadas com base em diversas tradições de pesquisa: a partir da área de Formação de Professores, das teorias sociais da ação e/ou por meio da Teoria Ator-Rede (ANT<sup>4</sup>) (Arruda; Passos; Broietti, 2021).

Neste artigo exploramos o pressuposto de que as ações que se desenrolam em sala de aula podem ser analisadas a partir do que poderíamos denominar por *Ensino em Ação*, uma ideia que tem clara inspiração na obra *Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros mundo afora*, de Bruno Latour (2011).

No livro *Ciência em Ação*, Latour se propõe a seguir cientistas e engenheiros, de modo a entender como a *ciência em construção* funciona. O *Ensino em Ação* se propõe a fazer algo semelhante, procurando entender como o *ensino em construção* funciona. Se Latour estudou a ciência em desenvolvimento, seguindo o que cientistas e engenheiros fazem em seus

---

<sup>2</sup> Obviamente estamos colocando essa questão em termos gerais, sem, por enquanto, especificar o que entendemos por aprendizagem.

<sup>3</sup> Educação em Ciências e Matemática (EDUCIM). Detalhes sobre o grupo estão disponíveis em <http://educim.com.br/>.

<sup>4</sup> Preferimos utilizar aqui o acrônimo ANT para nos referirmos à Teoria Ator-Rede (*Actor-Network Theory*), ao invés da versão em português, TAR.

laboratórios, nós pretendemos investigar o que professores e alunos fazem – em especial como as suas ações se conectam e desconectam – em nosso laboratório de ensino, que é a sala de aula.

Sobre a aplicação da ANT ao campo da Educação e/ou Ensino, podemos citar: Fenwick e Edwards (2010), que trazem uma introdução teórica da ANT e apresentam algumas aplicações em Educação; Lima, Ostermann e Cavalcanti (2018), propõem uma fundamentação para a Educação em Ciências a partir de ideias de Latour; Coutinho e Viana (2019) apresentam diversos estudos relacionando ANT e Educação, tanto em espaços formais como não formais; Corrêa *et al.* (2021), realizam uma discussão teórica sobre ANT e aprendizagem; Costa (2023) buscou compreender como os atores humanos e não humanos se associaram no processo de construção e uso de um experimento didático de Física; Cher *et al.* (2024), analisam a criação de um instrumento de pesquisa em Ensino de Ciências com base na ANT.

Ribeiro e Lima (2022) realizaram uma revisão sistemática de literatura (RSL) sobre a relação entre a ANT e a Educação tendo como base de dados 52 artigos publicados do Portal de Periódicos da Capes e do repositório da SciELO entre os anos de 2017 e 2021. Concluíram que há “carência de publicações recentes ligadas à temática em ambas as bases de dados escolhidas” (Ribeiro; Lima, 2022, p. 14). Outra RSL, mais recente e feita pelo nosso grupo, procurou compreender como a ANT tem sido utilizada por pesquisadores brasileiros na área de Ensino de Ciências. A partir de um *corpus* de 38 artigos, levantados pelo Google Acadêmico, os autores analisaram os objetivos dos artigos tendo localizado 8 categorias, dentre elas uma que relacionava a ANT à sala de aula e que incluía 4 artigos em língua portuguesa (Dangui; Arruda; Passos, 2024, p. 404), sendo eles: Oliveira (2008), Coutinho *et al.* (2014), Coutinho *et al.* (2016) e Peron e Guerra (2021). Como tais artigos estão mais relacionados à sala de aula faremos breves comentários sobre eles.

O artigo de Oliveira (2008, p. 101), apresenta uma “microanálise de eventos de laboratório, visando contribuir para o entendimento de como é produzida a ideia de ‘natureza’ das coisas”, utilizando para tal o conceito de articulação. Sobre esse conceito, afirma Latour (2017, p. 357): não se trata de saber se as afirmações científicas “se referem ou não a um estado de coisas, mas apenas se as proposições são ou não bem articuladas”. O estudo realizado “permitiu lançar alguns olhares acerca da atividade prática do laboratório escolar e especular um discurso de superação do entendimento daqueles eventos como meramente reprodutores de ideologias e de conhecimentos tácitos de uma ciência exógena” (Latour, 2017, p. 101).

O artigo de Coutinho *et al.* (2014) estuda a aprendizagem de crianças por meio de suas práticas. Especificamente, por meio da ANT, o artigo considera que a exploração do mundo pela criança não se faz apenas por meio de interações discursivas, mas precisa incluir também objetos não-humanos. No caso, examina os movimentos realizados por diversos actantes em uma atividade investigativa na qual, uma turma com crianças de cinco anos de uma Unidade Municipal de Educação Infantil, utiliza uma lupa na observação de materiais coletados em um jardim. Os resultados permitiram perceber: “(a) o engajamento das crianças; (b) o aprendizado de uma nova forma de ver o mundo; (c) o redimensionamento das identidades das crianças; (d)

a chegada de novos elementos que mudaram os padrões da prática na educação infantil” (Coutinho *et al.*, 2014, p. 381).

O artigo de Coutinho *et al.* (2016) analisa uma aula voltada para a Educação de Jovens e Adultos (EJA). A aula, que abordou a história da Terra e a história da vida na Terra, fazia parte de uma sequência didática constituída por 8 aulas, que tinha como principal interesse discutir “a controvérsia que ocorre atualmente na comunidade científica sobre a existência ou não do antropoceno” (Coutinho *et al.*, 2016, p. 185). Dentre outros resultados, os autores concluem que o tema (antropoceno) “é promissor para a elaboração de sequências didáticas, pois abrange diversos conteúdos científicos” e para o estabelecimento de “relações entre os componentes CTSA” (Coutinho *et al.*, 2016, p. 191).

O artigo de Peron e Guerra (2021) discute a questão da validação do conceito de dualidade onda-partícula proposto por Louis de Broglie a partir da Teoria Ator-Rede e está dividido em duas partes. Na primeira parte os autores analisam, por meio de pesquisa bibliográfica, a “consolidação da dualidade onda-partícula de Broglie como uma caixa preta” (Peron; Guerra, 2021, p. 10). Na segunda parte, a partir dos resultados obtidos, os pesquisadores discutiram a questão da validação do conhecimento científico – no caso, a dualidade onda-partícula – com estudantes do Ensino Médio. Os resultados obtidos pelos autores apontaram que “os estudantes problematizaram visões de ciência por eles manifestadas no início da pesquisa, dentre estas, a de que provas matemáticas e experimentais são os únicos caminhos para validar o conhecimento científico” (Peron; Guerra, 2021, p. 1).

O presente artigo, que também foca a sala de aula, difere dos comentados acima principalmente porque propõe o estudo das ações em sala de aula a partir da ideia do Ensino em Ação.

A partir de tais considerações emergem duas questões de pesquisa, as quais serão objeto de reflexão neste artigo: (1) *O que é ou o que poderia ser o Ensino em Ação?* (2) *Como analisar o Ensino de Ciências, no caso o Ensino de Física, como um Ensino em Ação?*

Estas duas questões levam a dois objetivos, cada um deles correspondendo a uma das questões de pesquisa. O primeiro procura fundamentar teoricamente a proposta do *Ensino em Ação*, com base nas ideias de Bruno Latour, John Law, Michel Callon e outros pesquisadores da área. O segundo consiste em testar a ideia com dados coletados em sala de aula, o que envolve estudar (seguir) os atores (actantes) e suas performances em sala de aula, as conexões entre eles, a estabilização da rede didático-pedagógica, “examinando como essas conexões surgiram e o que as sustentam” (Fenwick; Edwards, 2010, p. 9). Neste caso seguiremos os passos do docente e dos estudantes em uma disciplina ministrada em um Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), assunto abordado na Seção IV.

As demais seções do artigo tratam da fundamentação da ideia do *Ensino em Ação* (Seção II), dos procedimentos metodológicos empregados (Seção III), apresentação e análise dos dados (Seção IV) e das considerações finais (Seção V).

## **II. Ensino em Ação**

Em primeiro lugar, é preciso reconhecer que o ensino está sempre em ação. Seja porque, para que ele ocorra, o professor deve agir, o estudante deve agir e, quando nenhum desses está agindo (pelo menos visivelmente), algum não humano deve estar agindo. É o caso, por exemplo, quando a aula consiste em assistir a um vídeo. Por isso que o *Ensino em Ação* tem a ver, fundamentalmente, com as ações docentes, as ações discentes e as ações de não humanos que participam do curso das ações em sala de aula.

Em parte, pelas razões expostas no parágrafo anterior, ou seja, em busca por entender as ações que professores e estudantes realizam em salas de aula de Ciências e Matemática, acabamos nos deparando com a Teoria Ator-Rede como uma possibilidade de fundamentação para as pesquisas que desenvolvemos.

Mas o que é a Teoria Ator-Rede? Esta não é uma pergunta fácil de ser respondida, pois é “extraordinariamente difícil escrever ou falar sobre a Teoria Ator-Rede sem destruí-la ou domesticá-la” (Fenwick; Edwards, 2010, p. 1). Latour, por exemplo, afirma que “há quatro coisas que não funcionam” na expressão “teoria ator-rede”: “a palavra ator; a palavra rede; a palavra teoria” e até mesmo o “hífen” (Latour, 1999, p. 15). Neste mesmo livro, Law define a Teoria Ator-Rede como:

[...] uma aplicação implacável da semiótica. Ela diz que as entidades assumem sua forma e adquirem seus atributos como resultado de suas relações com outras entidades. Nesse esquema de coisas, as entidades não têm qualidades inerentes: as divisões essencialistas são jogadas na fogueira dos dualismos. Verdade e falsidade. Grande e pequeno. Agência e estrutura. Humano e não humano. Antes e depois. Conhecimento e poder. Contexto e conteúdo. Materialidade e socialidade. Atividade e passividade (Law, 1999, p. 3).

Na ANT não há, de um lado o ator e, do outro, a rede. O ator e a rede “designam duas faces do mesmo fenômeno” (Latour, 1999, p. 19). Como explica Ritzer:

Levando a sério a agência de não humanos (máquinas, animais, textos e híbridos, entre outros), a rede da ANT é concebida como um amálgama heterogêneo de atores textuais, conceituais, sociais e técnicos. O “ator volitivo” para a ANT, denominado actante, é qualquer agente, coletivo ou individual, que possa se associar ou desassociar com outros agentes. Os atores estabelecem associações em rede, que por sua vez os definem, nomeiam-nos e fornecem-lhes substância, ação, intenção e subjetividade (Ritzer, 2005, p. 1).

Voltando ao tema da ação, em *Reagregando o Social*, Latour (2012) não apenas apresenta dúvidas muito semelhantes às que temos em relação às origens e natureza das ações (O que é agir? Afinal, quem de fato age, eu ou os outros? As ações são conscientes?), como também indica o caminho para entendê-las, ou seja, explicitando as conexões ou associações entre as coisas. Exemplos:

*O adjetivo social não designa uma coisa entre outras [...] e sim um tipo de conexão entre as coisas que não são, em si mesmas, sociais* (Latour, 2012, p. 23).

*[...] a continuidade de um curso de ação raramente consiste em conexões entre humanos (para as quais, de resto, as habilidades sociais básicas seriam suficientes) ou entre objetos, mas com muito maior probabilidade, ziguezagueia entre umas e outras* (Latour, 2012, p. 113).

Assumimos, portanto, em nossas pesquisas, seguindo as ideias de Latour e da ANT, que as ações que se desenvolvem em sala de aula envolvem conexões entre professores e estudantes, bem como conexões desses atores com objetos.

Temos, entretanto, o problema de entender o que seriam tais conexões, explicitando-as e visualizando-as. Neste artigo, procuramos mostrar que tais conexões podem ser compreendidas por meio das controvérsias que se abrem e se fecham durante diálogos estabelecidos entre professores e estudantes em uma aula. A inspiração sobre focar nas controvérsias que se estabelecem em sala de aula veio novamente de Latour, agora na obra *Ciência em Ação* (Latour, 2011). A ideia geral é que: se a Ciência pode ser pensada em ação, talvez, com mais razão, o Ensino também o possa.

Deste modo, conceber a transposição da “ciência em ação” para o “ensino em ação” parece ser viável e desejável, considerando que os processos no campo da Educação apresentam grande complexidade, dada a variedade de relações e conexões estabelecidas entre os atores humanos e não humanos e, principalmente, as controvérsias que se estabelecem em sala de aula.

Para realizar tal transposição, vamos partir da Introdução do livro *Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora* (Latour, 2011)<sup>5</sup>, separando pontos que seriam representativos da ideia geral de Latour e que poderiam ser transpostos para o Ensino. O autor parte de três pressupostos gerais:

- (I) A Ciência tem duas faces: uma pronta, que sabe; e uma em construção, ignorante, que ainda não sabe, plena de *controvérsias* que se estabelecem entre os diversos atores participantes.
- (II) Quando a Ciência está pronta, os seus componentes (modelos gerais, equipamentos, as redes acadêmicas de sustentação, resultados etc.) podem ser considerados *caixas-pretas*.
- (III) Latour opta por estudar a Ciência em construção. Para isso toma as *controvérsias* como porta de entrada, mas também se preocupa em acompanhar como as controvérsias se encerram.

Em *Ciência em Ação*, Latour se refere, inicialmente, à caixa-preta como alguma coisa que pode ter uma história controvertida, um funcionamento interno complexo, mas “a respeito da qual não é preciso saber nada, apenas o que nela entra e o que dela sai” (Latour, 2011, p. 4). Posteriormente, Latour acrescenta outros predicados à caixa-preta, que seria “alguma coisa

---

<sup>5</sup> *Science in Action*, publicado originalmente em inglês pela *Harvard University Press*, em 1987.

muito parecida com um todo organizador”, unificado, cujas partes agem em conjunto: “Tem-se uma caixa-preta quando muitos elementos são levados a atuar como um só” (Latour, 2011, p. 205).

Quando a Ciência está pronta, temos as caixas-pretas. Mas, para entender a Ciência ainda em criação temos de retroceder ao estágio anterior, ao das *controvérsias*. Esse é o momento no qual uma caixa-preta é rompida, ou seja, quando algo que funcionava de forma satisfatória, sem gerar nenhum tipo de questionamento, por algum motivo, começa a ser fruto de divergência. Quando a caixa-preta é aberta pelas controvérsias, é possível constatar os atores se movendo, se (re)agregando, formando e dissolvendo grupos.

Venturini (2010, p. 260) afirma que “a palavra controvérsia refere-se aqui a toda a ciência e tecnologia que ainda não está estabilizada, fechada ou em ‘caixa-preta’”, definindo-a como segue:

[...] a definição de controvérsia é bastante direta: controvérsias são situações em que os atores discordam (ou melhor, concordam com suas divergências). A noção de discordância deve ser entendida em seu sentido mais amplo: as controvérsias começam quando os atores descobrem que não podem se ignorar e terminam quando os atores conseguem chegar a um acordo sólido para viverem juntos. Qualquer coisa entre esses dois extremos pode ser chamada de controvérsia (Venturini, 2010, p. 261).

Mas o que seria o *Ensino em Ação*? Como chegar a uma concepção que ainda não foi formalizada? Este seria o problema geral, ao qual o presente artigo tenta prover uma resposta consistente. Os três pressupostos (I), (II) e (III) de Latour, mencionados, indicam-nos como transpor a ideia da *Ciência em Ação* para o Ensino. Nesse sentido, o *Ensino em Ação* também partiria de três pressupostos gerais:

- (i) O Ensino tem duas faces: uma pronta, que sabe, exemplificada por conteúdos predefinidos, teorias educacionais e metodologias, amplamente aceitas pela comunidade docente; e uma em construção, incerta, na qual o professor tem de lidar cotidianamente com os desafios da sala de aula e com as *controvérsias* que se estabelecem entre os diversos atores participantes.
- (ii) Quando o Ensino está pronto, os seus componentes (conteúdos, metodologias, atividades, materiais didáticos, equipamentos, as redes acadêmicas de sustentação, avaliações etc.) podem ser considerados *caixas-pretas*: sobre elas não é preciso saber nada, apenas o que entra e o que sai. Não pode haver controvérsias.
- (iii) No Ensino em construção, em movimento, tomamos, assim como fez Latour, as *controvérsias* que se estabelecem em sala de aula como porta de entrada. Igualmente, também vamos nos preocupar em acompanhar como as controvérsias se encerram.

Para finalizar esta Seção vamos comentar rapidamente outro termo da ANT que utilizamos neste artigo – *translação*<sup>6</sup> – um conceito que está “relacionado à transformação e deslocamento” (Cher *et al.*, 2024, p. 6). Latour escreve: “A operação de translação consiste em combinar dois interesses até então diferentes [...] num único objetivo composto” (Latour, 2017, p. 106).

Callon (1984) definiu o conceito de translação quando analisou um grupo de especialistas (pescadores, pesquisadores) que estudavam as vieiras<sup>7</sup> e seu cultivo. O autor escreve:

[...] a noção de translação enfatiza a continuidade dos deslocamentos e transformações que ocorrem nessa estória: deslocamento de metas e interesses e, também, deslocamento de dispositivos, seres humanos, larvas e inscrições [...]. Transladar é deslocar (Callon, 1984, p. 223).

A translação também pode ser definida como indicamos a seguir e se aproxima daquela que consideramos para o desenvolvimento da pesquisa, cujos resultados são apresentados neste artigo.

*Translação é o termo usado por Latour (1987) para descrever o que acontece quando entidades, humanas e não humanas, se juntam e se conectam, mudando umas às outras para formar elos [...]. Entidades que se conectam eventualmente formam uma cadeia ou rede de ações e coisas, e essas redes tendem a se tornar estáveis e duráveis. Em cada uma dessas conexões, uma entidade trabalhou sobre outra para traduzi-la ou alterá-la para se tornar parte de um coletivo ou rede de coisas e ações coordenadas* (Fenwick; Edwards, 2010, p. 9).

### III. Metodologia

Na pesquisa aqui relatada, os dados foram coletados por meio de gravações de aulas (remotas e presenciais) da disciplina “Física no Ensino Fundamental em uma perspectiva multidisciplinar”, que integra o programa do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) de uma universidade estadual do Paraná. A disciplina estava estruturada com uma carga horária de 60 horas e foi ministrada no primeiro semestre de 2022. Todas as aulas foram gravadas e, posteriormente, transcritas.

Selecionamos episódios de algumas aulas, denominados: (a) *Formação de luz em lâmpadas de vapor de mercúrio*, (b) *Modelo atômico*, (c) *Lâmpadas de Tungstênio*, (d) *Orientação do estudante L*, e (e) *Reestruturação do Conteúdo do Ensino Médio Paranaense*.

---

<sup>6</sup> A palavra *translation* do original em língua inglesa, pode ser traduzida como *translação* ou *tradução* em língua portuguesa. Os dois termos são encontrados em textos de autores da ANT em português. Aqui, preferimos o termo *translação*, que parece mais adequado ao significado que se dá ao conceito.

<sup>7</sup> A vieira é um molusco bivalve marinho.

Informamos que todos os procedimentos metodológicos estão aprovados por Comitês de Ética, dentre outros o CEP da Universidade Estadual de Londrina. Os dados, estabelecidos para este artigo, são referentes ao projeto *O ensino e a aprendizagem de ciências e matemática em sala de aula e em ambientes informais*, sob número CAAE 57663716.9.0000.5231, parecer n. 4.776.535, vigente durante as tomadas de dados.

Neste artigo consideramos apenas o episódio (*a*) *Formação de luz em lâmpadas de vapor de mercúrio*, recortado das aulas dos dias 03/03/2022 e 10/03/2022, as quais tratavam do conteúdo Luz e Visão. Esta aula, do tipo síncrona, ocorreu remotamente, via aplicativo *Google Meet*.

A partir da escolha do episódio, os seguintes procedimentos analíticos foram realizados:

- (1) Fragmentação do texto e organização das unidades de análise.
- (2) Categorização das ações docentes e discentes encontradas no episódio.
- (3) Escolha dos diálogos que evidenciassem as controvérsias.
- (4) Representação gráfica das controvérsias.

Nos procedimentos (1) e (2) utilizamos a Análise de Conteúdo (Bardin, 2021). Nos procedimentos (3) e (4) consideramos os princípios da Cartografia das Controvérsias (Venturini, 2010).

A Análise de Conteúdo (AC) pode ser resumida como um conjunto de instrumentos metodológicos que estão constantemente sendo aperfeiçoados e que podem ser aplicados a quaisquer discursos. Em geral, as etapas da Análise de Conteúdo são as seguintes: 1) pré-análise, que inclui a definição do problema/objetivos, escolha e organização do material; 2) exploração do material, que compreende a codificação e categorização das unidades de análise; e 3) a análise e interpretação das categorias.

Quanto à Cartografia das Controvérsias (CC), de acordo com Venturini (2010), ela possibilita captar a complexidade da sociedade, e a única coisa a ser feita é seguir os passos dos atores enquanto a controvérsia ainda está ativa. Venturini aconselha: evitar controvérsias frias, ou seja, controvérsias que já não estão mais em debate, que deixaram de ter movimento; evitar controvérsias passadas, ou seja, as controvérsias atuais possibilitem melhor trabalho, exceto se for possível se deslocar para aquele momento por registros precisos; evitar controvérsias ilimitadas, ou seja, devido à complexidade das controvérsias, é possível que algumas tornem-se maiores e mais complexas; evitar controvérsias subterrâneas, ou seja, controvérsias que não se tem acesso.

Embora a CC possa ser avessa aos determinismos e dogmatismos metodológicos, compreendemos que o uso da AC e suas etapas não se choca com ela ou com a ANT, ao contrário, apresenta-se como um recurso a mais, especialmente para lidar com textos, que são rastros abundantes deixados pelos atores.

As análises apresentadas na próxima Seção focam nos denominados *atos de fala* ou *atos de linguagem*, cujas definições são as seguintes:

*Na tradição filosófica que remonta à escolástica, entende-se por ato “o que faz ser”: o agir identifica-se, assim, ao “fazer-ser” e corresponde à passagem da potencialidade à existência (Greimas; Courtéz, 2021, p. 42).*

*A definição geral de ato aplica-se ao ato de linguagem (também chamado ato de fala) [...]. Considerado como um fazer específico, o ato de linguagem aparece primeiramente como um “fazer-saber”, ou seja, como um fazer que produz a conjunção do sujeito-enunciatário com um objeto do saber [...]. Por outro lado, o ato de linguagem, enquanto fazer, apresenta-se como um “fazer-ser”: o que ele chama à existência é a significação [...]. Finalmente, o ato de linguagem pode ser considerado como um “fazer-fazer”, ou seja, como uma manipulação, através da fala, de um sujeito por outro sujeito (Greimas; Courtéz, 2021, p. 43-44).*

Com relação à ação, os mesmos autores a definem a partir da concepção de ato:

*Ação pode ser definida como uma organização sintagmática de atos, sem que tenhamos de nos pronunciar antecipadamente acerca da natureza dessa organização: sequência ordenada, estereotipada ou programada por um sujeito competente. [...] A semiótica narrativa não estuda as ações propriamente ditas; estuda as ‘ações de papel’, ou seja, descrições de ações (Greimas; Courtéz, 2021, p. 18).*

Para finalizar a Seção é importante esclarecer de que forma estamos utilizando a ANT nesta pesquisa. Sabemos que a ANT não é uma “teoria”, no sentido tradicional do termo e que, talvez, possa ser considerada “tanto um método quanto uma teoria” (Ritzer, 2005, p. 256) ou “uma maneira de intervir, não uma teoria sobre o que pensar” (Fenwick; Edwards, 2010, p. 1). Temos consciência também de que não estamos fazendo uma etnografia da sala de aula, no sentido da ANT. De que forma então a ANT está sendo utilizada neste artigo?

Pensamos que os livros, artigos etc. que tratam da ANT, após publicados, podem ser considerados como um saber-objeto (Charlot) ou como um habitante do mundo três (Popper). Para Charlot (2000, p. 75) o saber-objeto é o “próprio saber, enquanto objetivado, isto é, quando se apresenta como um objeto intelectual, como um referente de um conteúdo de pensamento”. Já Popper (1975, p. 152), postula a existência de três mundos: o mundo material, o mundo mental e o mundo das ideias no sentido objetivo, ou seja, “o mundo das teorias em si mesmas e de suas relações lógicas”.

Isso nos autoriza, enquanto pesquisadores, a tomar os textos da ANT como saberes-objeto, habitantes do mundo três, e utilizá-los como inspiração para a criação de novas ideias na área de Ensino de Ciências. Não precisamos, necessariamente, fazer etnografia para utilizar ideias e conceitos da ANT em nossas pesquisas. O que nos importa é se novas ideias podem ser criadas a partir dos conceitos da ANT.

Em resumo, neste artigo, baseados em Foucault, tomamos, as ideias da ANT como caixa de ferramentas:

*Meu discurso é, evidentemente, um discurso intelectual e, como tal, opera nas redes de poder em funcionamento. Contudo, um livro é feito para servir a usos não definidos por aquele que o escreveu. Quanto mais houver usos novos, possíveis, imprevistos, mais eu ficarei contente. Todos os meus livros [...] podem ser pequenas caixas de ferramentas. Se as pessoas querem mesmo abri-las, servirem-se de tal frase, tal ideia, tal análise, como de uma chave de fenda, ou uma chave-inglesa, para produzir um curto-círcuito, desqualificar, quebrar os sistemas de poder, inclusive, eventualmente, os próprios sistemas de que meus livros resultaram... pois bem, tanto melhor!* (FOUCAULT, 2006, p. 52).

A seguir, apresentamos os resultados das análises.

## IV. Resultados

Nas próximas duas subseções apresentamos dois tipos de resultados. Na Subseção IV-1, trazemos as categorias de ações docentes e discentes encontradas e, na Subseção IV-2, as representações das conexões entre as ações docentes e discentes, que são evidenciadas por meio da instalação e resolução das controvérsias que ocorrem durante o fluxo discursivo.

Nesse momento, tratamos apenas das conexões entre os *atos de fala* de atores humanos.

### IV.1 Categorias de ações docentes e discentes

Após o processo de fragmentação do texto – procedimento analítico (1) realizamos o agrupamento e categorização das ações dos dois grupos, docente e discentes – procedimento analítico (2)<sup>8</sup>.

Os fragmentos de texto (Unidades de Análise – UA) do referido episódio foram inseridos em uma planilha eletrônica para facilitar a categorização das ações dos sujeitos envolvidos. Como o intuito não era apenas compreender as ações do docente e dos estudantes, mas evidenciar as conexões que ocorreram durante o episódio da aula – a partir das controvérsias estabelecidas – os textos das falas foram separados, existindo uma coluna para as falas do docente, com a respectiva coluna de categorização e uma coluna com as falas dos estudantes, com a respectiva coluna de categorização, conforme mostra o Quadro 1.

Cada excerto de texto foi codificado, resultando em uma sequência de caracteres da seguinte forma: código “1aD” no qual o primeiro caractere representa a numeração sequencial do excerto; o segundo, o episódio ao qual o excerto se refere (no caso *a*); e, por fim, o sujeito que fala (no caso, D, o docente). O mesmo procedimento foi realizado com os fragmentos de texto das falas dos estudantes, que resultou na seguinte forma: código “1aH” contendo a

<sup>8</sup> Informamos que categorizações sobre ações docentes e discentes estão sendo realizadas no grupo de pesquisa há cerca de 15 anos. Uma quantidade muito grande de informações foi coletada e organizada nesse período. Nesse sentido, não temos condição, no âmbito deste artigo, de discutir as origens, critérios e limitações das categorias utilizadas.

numeração sequencial do artigo, o episódio a que o excerto pertence e o código do sujeito de fala (no caso, o estudante H).

Quadro 1 – Exemplo da organização dos dados.

Ação docente	Código	Excerto (UA) docente	Ação discente	Código	Excerto (UA) discente
Questionar	1aD	Vocês já ouviram falar em mapa conceitual, H e K?	Concordar	1aH	Já, mas nunca fiz.
Orientar	2aD	Então, na aula passada o LF, a S e a M fizeram e já me entregaram. Aí, como a gente está à distância, eu quero que vocês façam, tirem uma foto e direcionem para mim. O que estou pedindo é que façam um mapa, partindo de um evento natural que aborde grande parte do conteúdo dessa nossa disciplina.	Esclarecer Dúvidas	2aK	Um desses temas que está aparecendo aqui na tela, mas que tem relação com Biologia, Química ou que tenha relação com os próprios temas que eu tenho aqui?
Reexplicar	3aD	Bem, eu acho que não fui bem claro. Eu quero que vocês iniciem o mapa conceitual – ou mental – de um fenômeno que envolve boa parte do que está exposto aí.	Afirmar	3aK	Entendi.
Questionar	4aD	Você tem alguma ideia de algum fenômeno que possa ser utilizado, que envolva boa parte do que está exposto aí?	Comentar	4aH	Ah, pelo que eu estou vendo aqui, é mais questão de energia, né... Luz... aí já vai pro nano. Partículas e assim por diante. Eu acredito.

Fonte: Os autores.

As categorias das ações docentes são apresentadas no Quadro 2, e as categorias das ações discentes no Quadro 3.

Quadro 2 – Categorias de Ação Docente.

Categoría	Definição	Excerto
Explicar	Ação de elucidar, esclarecer ou desenvolver um conceito, conteúdo ou procedimento para os estudantes.	22aD, 23AD, 24aD e 27AD
Orientar	Ação de fornecer diretrizes ou instruções para a realização de alguma tarefa, atividade ou projeto.	2aD, 8aD, 9aD e 11aD
Questionar	Ação de provocar a reflexão dos estudantes estimulando o raciocínio e a participação ativa.	1aD, 4aD, 5aD, 7aD, 10aD, 12aD, 13aD, 14aD, 17aD, 18aD, 19aD, 20aD, 21aD, 25aD e 26aD
Reexplicar	Ação de retomar uma explicação anterior reformulando a sua forma, adaptando ou reforçando ideias para garantir a compreensão dos estudantes.	3aD e 6aD
Relembrar	Ação de tentar ativar conhecimentos prévios, reforçando informações importantes.	15aD
Sugerir	Ação de fornecer recomendações ou propor alternativas diante de uma situação dada.	16aD

Fonte: Os autores.

De igual maneira, o mesmo processo foi realizado para as falas dos estudantes, resultando nas categorias de ação mostradas no Quadro 3.

Quadro 3 – Categorias de Ação Discente.

Categoría	Definição	Excerto
Afirmar	Ação de declarar uma ideia, resposta ou defender um ponto de vista.	3aK, 27aL, 28aS, 30aL, 37aS e 38aL
Comentar	Ação de reagir a falas ou comentários do docente ou colegas.	4aH e 13aH
Complementar	Ação de ampliar, desenvolver ou detalhar melhor uma ideia, conceito ou explicação.	33aH e 34aH
Concluir	Ação de fazer inferências assertivas sobre informações ou conhecimentos apresentados.	40aS
Concordar	Ação de corroborar ou endossar uma ideia expressa, validando-a.	1aH, 16aH e 29aL
Esclarecer dúvidas	Ação de buscar resolver incertezas ou incompreensões surgidas durante a aula.	2aK, 15aH e 20aS

Explicar com falhas	Ação de expor ideias, conceitos ou processos, de forma incompleta ou inconsistente.	35aH
Expor	Ação de apresentar ideias, informações ou resultados para o grupo.	14aH
Não lembrar	Ação de perceber não se recordar de algo específico, durante o momento da aula.	32aLF
Negar	Ação de emitir uma resposta negativa em relação ao questionado pelo docente.	24aL e 25aS
Questionar	Ação de buscar elucidação de dúvidas de algo com o docente.	39aS
Refletir	Ação de realizar uma análise ou avaliação sobre uma determinada informação ou circunstância.	5aH, 6aH, 17aH, 18aH, 19aH e 23aH
Responder incorretamente	Ação de apresentar uma resposta, na qual o conteúdo não corresponde com a resposta esperada.	31aL
Sugerir	Ação de propor ideias, soluções ou alternativas em uma determinada situação.	36aL
Supor	Ação de apresentar uma hipótese ou conjectura baseada em conhecimentos parciais, sem certeza definitiva.	7aK, 8aH, 9aK, 10aK, 11aH, 12aH, 21aS, 22aM e 26aL

Fonte: Os autores.

A partir do Quadro 2 é possível inferir que as ações docentes são bastante concentradas em uma categoria, “Questionar”. As ações desta categoria representam momentos em que o docente tenta promover a reflexão nos estudantes a partir de questionamentos; portanto, neste episódio, fica evidenciada esta prática, na qual a busca do engajamento e reflexão dos estudantes é desencadeada por uma ação do docente. Por outro lado, ao se observar o conjunto das ações dos estudantes durante o episódio (Quadro 3), não se tem a mesma característica, ou seja, não existe uma concentração das ações dos estudantes em uma determinada categoria, sendo que as categorias com maior incidência são: “Supor”, “Afirmar” e “Refletir”.

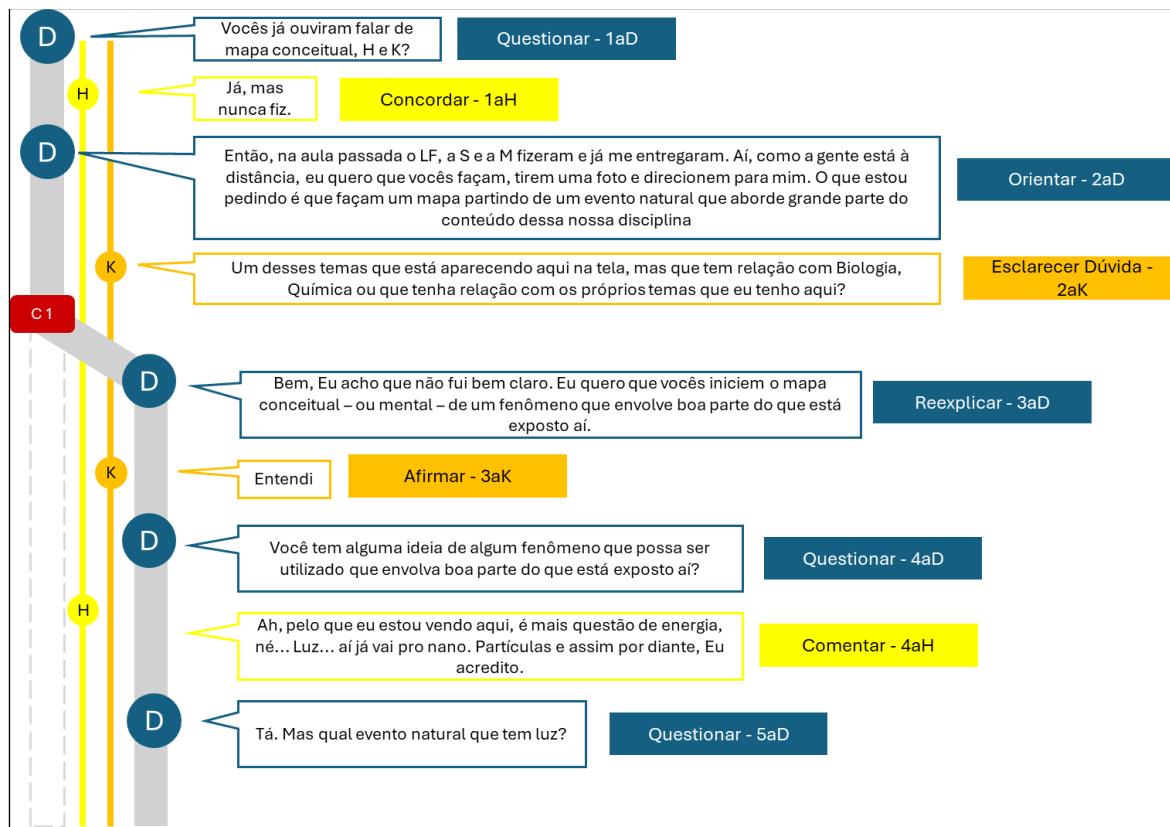
Vamos explicitar, a seguir, como essas categorias se conectam durante o episódio (*a*).

## IV.2 Conexões entre as ações docentes e ações discentes

Após a análise dos dados na planilha criada para a acomodação e categorização dos excertos, procuramos demonstrar a conexão entre as ações docentes e discentes, conforme explicitado nos procedimentos (3) e (4).

O intuito foi apresentar a dinâmica dos atos de fala do episódio de aula. Para tanto, elaboramos uma *linha do tempo* de cada episódio, na qual consta as falas do docente, dos discentes, as categorias de ação e as controvérsias percebidas neste processo, em encadeamento

cronológico. As mudanças do trajeto de cada ator na linha do tempo também indicam as *translações* que cada um deles realizou no episódio, em especial o docente D.



*Fig. 1 – Linha do tempo do episódio (a) – parte 1. Fonte: Os autores.*

A Fig. 1 mostra o primeiro momento do episódio estudado. Nesta imagem o círculo azul indicado com D representa o docente; a faixa cinza, na qual o círculo está inserido, o caminho percorrido por ele; e a caixa azul é a fala dele naquele momento. Da mesma forma cada estudante está representado por um círculo, código do seu nome (H, K etc.), o caminho que percorreu e a caixa com suas falas nos momentos. Existe também um retângulo vermelho, no qual é indicado o momento de controvérsia.

O docente inicia a aula dando uma instrução sobre uma atividade a ser realizada (fazer um mapa conceitual). A fala de K indica que a instrução não foi compreendida. Conforme citado anteriormente, Venturini (2010, p. 260) afirma que estes momentos de “incertezas compartilhadas”, de controvérsias, são o momento no qual o cartógrafo do social age. A não compreensão de K interrompe o fluxo da aula, criando uma barreira para o prosseguimento, instaurando uma controvérsia de ensino-aprendizagem, ou seja, um momento no qual existe uma dissonância entre as expectativas do docente (ensinar) e dos estudantes (aprender).

A controvérsia instaurada (C1) faz com que o docente se desvie de seu plano de ação e mude o trajeto da aula (translação), enquanto K e H continuam em seu trajeto. O docente, ao

invés de explicar novamente, utiliza como estratégia questionar os estudantes para que eles cheguem a conclusões.

Vamos considerar agora a parte 2 do episódio (a), conforme mostrado na Fig. 2.

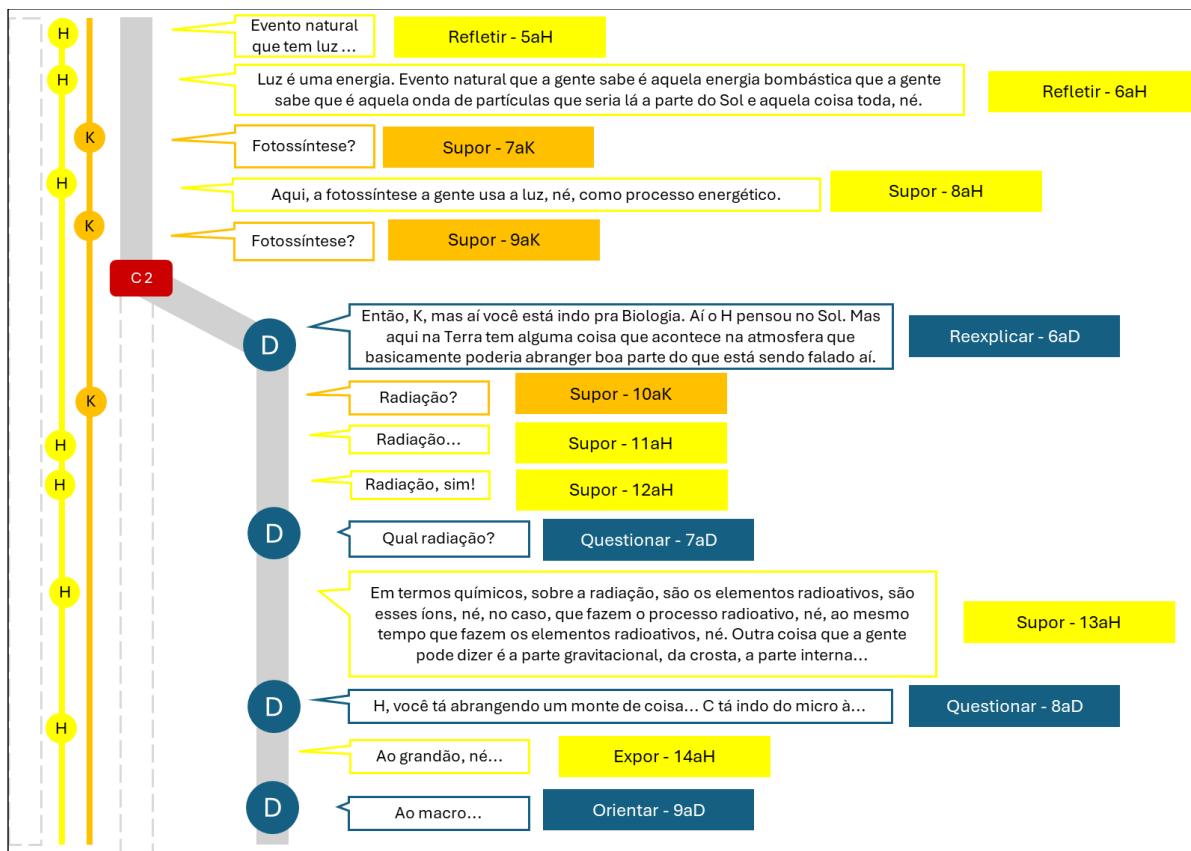


Fig. 2 – Linha do tempo do episódio (a) – parte 2. Fonte: Os autores.

No final da Fig. 1, D questiona: “Qual evento natural tem luz?”. Os estudantes H e K tentam algumas respostas, mas a suposição “fotossíntese” provoca uma outra mudança de percurso no professor (controvérsia C2). O professor não quer ir para o campo da Biologia e procura manter o fluxo discursivo no campo da Física. Entretanto, a palavra “radiação” mencionada por K e H também acaba levando ao assunto radioatividade e até a gravitação, fugindo do rumo que D tenta empregar à discussão. Mas D se mantém firme em sua trajetória até o final do episódio (a), como veremos nas próximas figuras.

A continuidade do fluxo discursivo da Fig. 2 continua na Fig. 3. Em um certo momento entram na conversa os estudantes S e M, que imediatamente se conectam ao discurso iniciado pelo professor D a partir da controvérsia C2. Percebendo a associação entre S e M ao discurso do professor, H opera uma translação e adere ao discurso dominante. Vamos à Fig. 4.

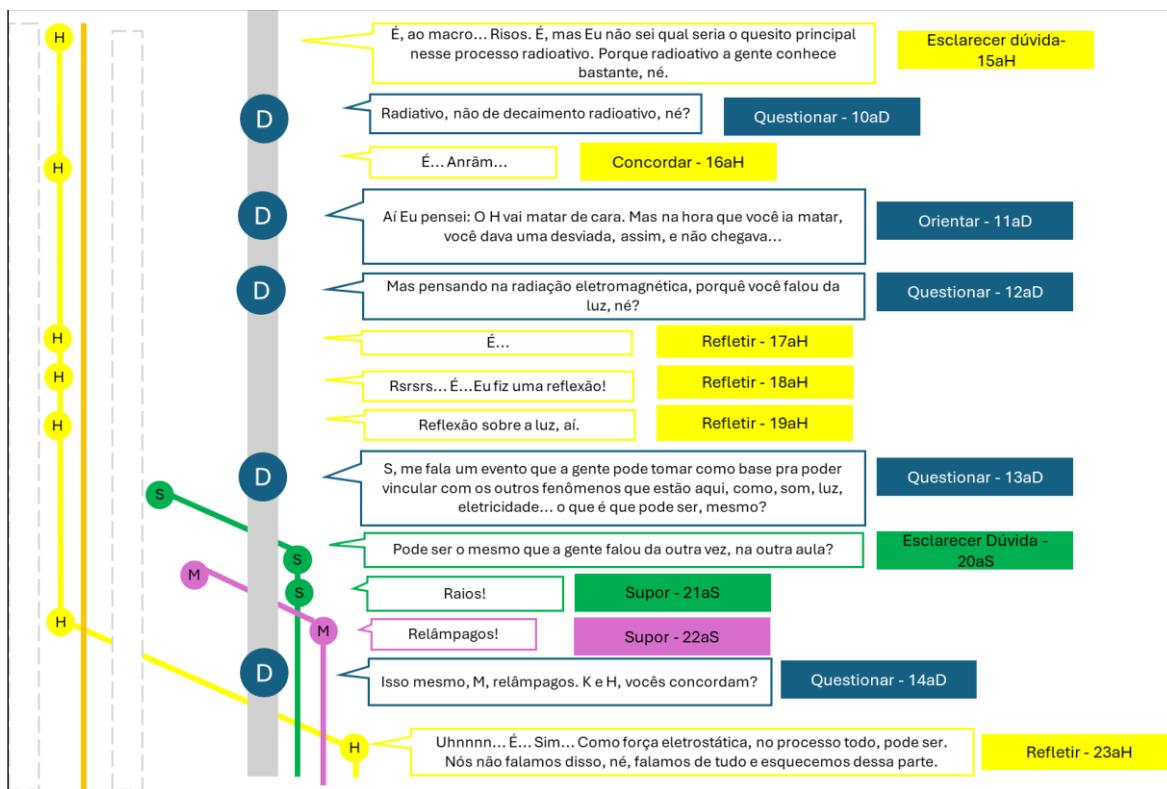


Fig. 3 – Linha do tempo do episódio (a) – parte 3. Fonte: Os autores.

A Fig. 4 mostra, já no seu início, a conexão dos estudantes S, M e H ao discurso do professor D. Em seguida L entra em cena, aderindo imediatamente ao grupo formado por D, S, M e H. Somente K não se manifesta e, aparentemente, permanece isolado (desconectado) até o final do episódio (a), como podemos ver nas Fig. 5 e 6.

Por fim, na última etapa do episódio (a), percebe-se que todas as falas dos estudantes estão conectadas ao discurso do professor, com exceção de K que, como mostrado nas Figuras 3, 4, 5 e 6, não tem mais nenhuma participação no episódio. O professor mantém a estratégia de questionar os estudantes, aguardando as respostas para efetuar eventuais correções de rumo. Os estudantes participam da aula, de forma mais reflexiva.

Conseguimos desta forma mapear um episódio ocorrido durante uma aula, representando as movimentações que os atores envolvidos realizam, a partir das controvérsias que se instauram e da aderência (conexão) dos estudantes ao discurso do professor.

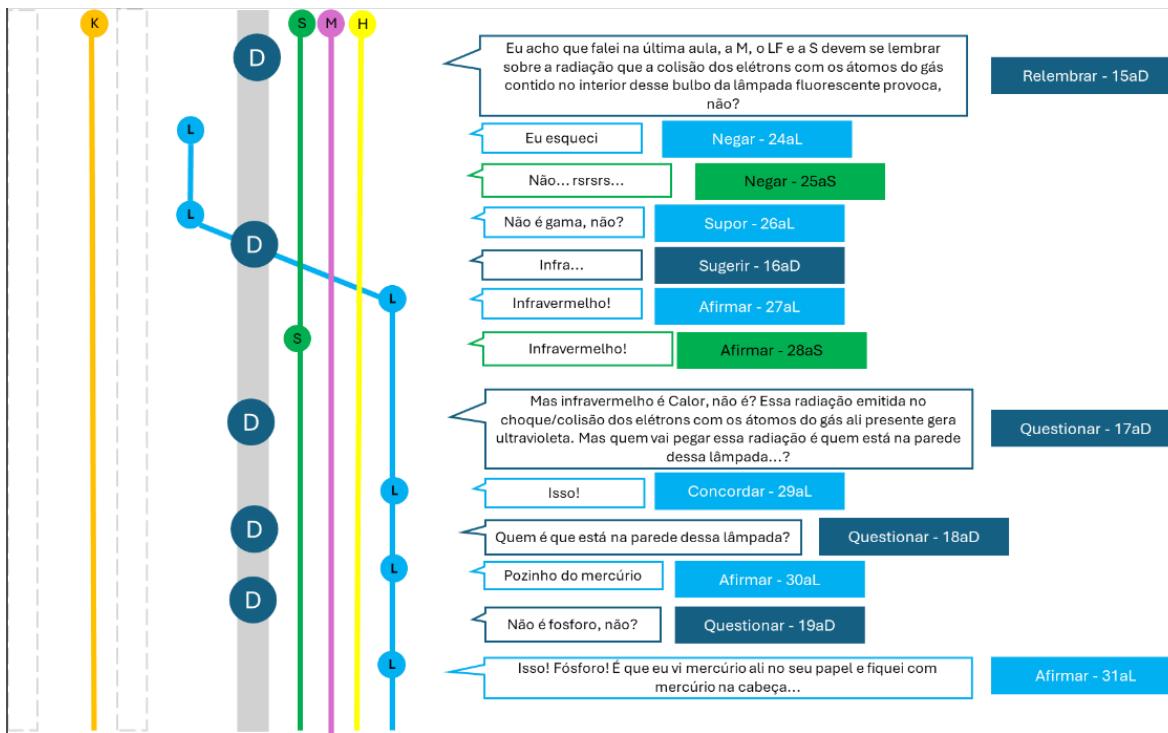


Fig. 4 – Linha do tempo do episódio (a) – parte 4. Fonte: Os autores.

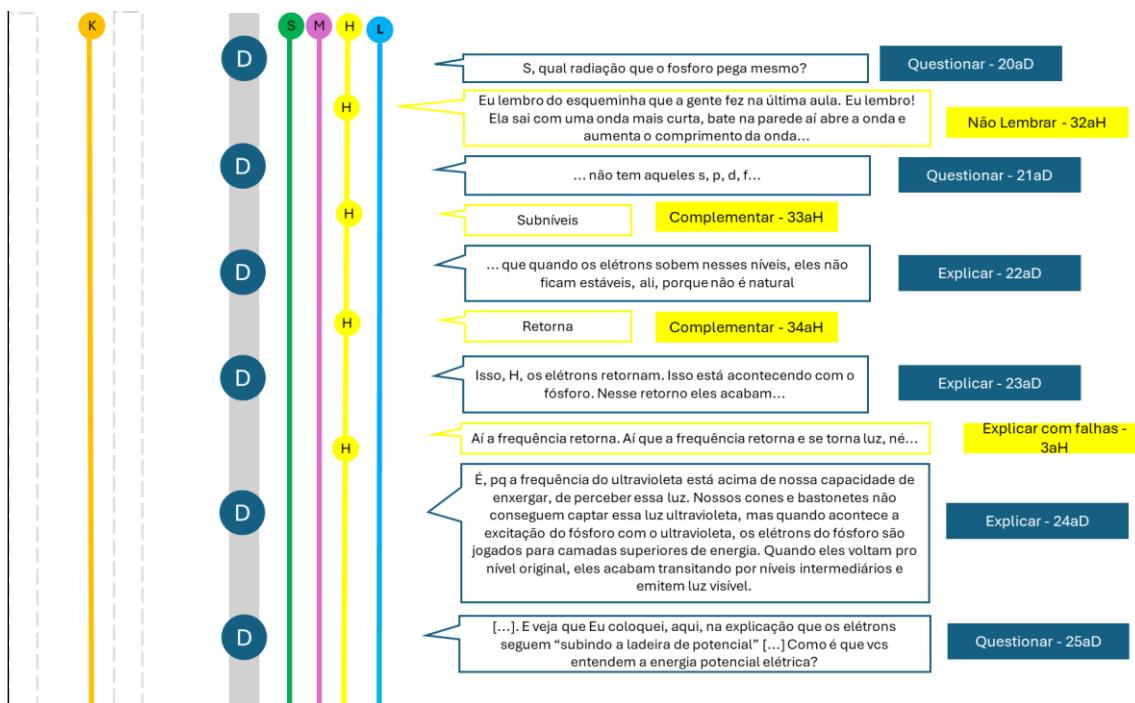


Fig. 5 – Linha do tempo do episódio (a) – parte 5. Fonte: Os autores.

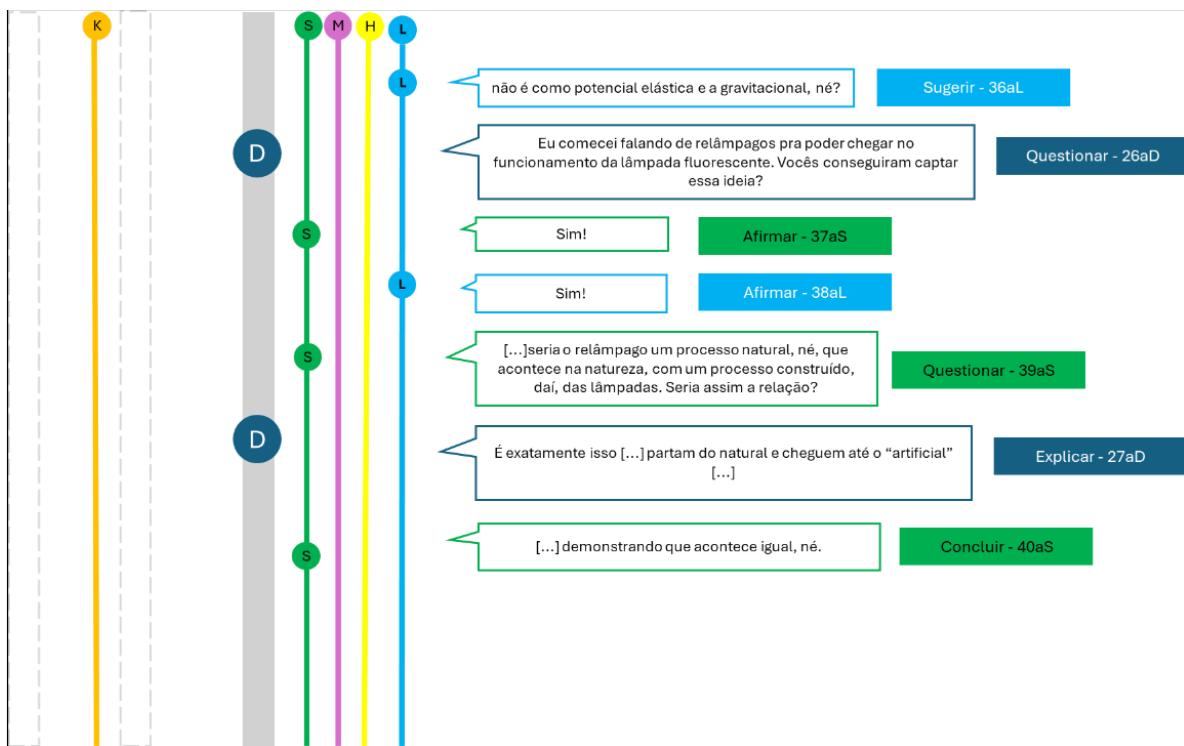


Fig. 6 – Linha do tempo do episódio (a) – parte 6. Fonte: Os autores.

## V. Considerações Finais

Iniciamos este artigo colocando duas questões de pesquisa. A questão (1), mais teórica, inspirada pelas ideias da Teoria Ator-Rede, pergunta sobre o que poderia ser o *Ensino em Ação*. A questão (2), mais prática, foca na aplicação dessa ideia ao Ensino de Ciências.

Para responder à questão (1) operamos uma transposição dos pressupostos apresentados por Latour no livro *Ciência em Ação* para o campo do Ensino, chegando à conclusão de que o *Ensino em Ação* teria duas faces. Existiria o *ensino pronto*, com diversos saberes, relacionados a conteúdos disciplinares, teorias educacionais, currículos, metodologias, materiais didáticos etc., aceitos pela comunidade docente e pelas instituições de ensino, os quais orientam as práticas em sala de aula. O professor, antes de adentrar à sala de aula, certamente conhece grande parte desses saberes e os utiliza em seu planejamento. Os saberes que compõem a face pronta do Ensino são como uma caixa-preta<sup>9</sup>. Há pouca controvérsia sobre eles.

No entanto, quando o professor está executando o seu planejamento em sala de aula, controvérsias podem surgir. Os alunos não entendem determinado conceito, podem divergir sobre a resposta de algum problema ou sentirem dificuldade em compreender o resultado de algum experimento. O professor tem de refletir *in actu*, ou seja, durante as ações que se desenvolvem na aula. Trata-se, neste caso, do *ensino em construção*.

<sup>9</sup> De uma forma geral, talvez com exceção dos “saberes experenciais”, tais saberes da face pronta do ensino poderiam ser identificados com os “saberes da formação profissional”, os “saberes disciplinares” e os “saberes curriculares” de Tardif (2014, p. 36).

Em resumo, o *Ensino em Ação* é como uma moeda com duas faces: uma pronta e outra em construção. Esta é a resposta à primeira questão do artigo.

Se a primeira questão é teórica, a segunda é de ordem prática. A segunda questão, claro, não tem uma resposta geral. Para cada contexto analisado, para cada caso, o encadeamento das ações em sala de aula é diferente. Mas, se procuramos as conexões entre as ações docentes e discentes, a localização das controvérsias parece ser fundamental para a compreensão do que seria o *ensino em construção*.

No artigo focamos no episódio (*a*) *Formação de luz em lâmpadas de vapor de mercúrio*, em uma aula síncrona de um mestrado profissional. Embora o fluxo das ações discursivas ou fluxo dos *atos de fala* no episódio possa ser entendido como um todo, ele foi separado em seis partes para facilitar a explicação das análises para o leitor.

Os resultados foram separados em duas partes. Na primeira parte apresentamos as categorias de ações docentes e discentes encontradas no episódio. Na segunda parte representamos, por meio de linhas do tempo, o fluxo das ações discursivas ao longo do episódio, enfatizando, em especial, as controvérsias que provocaram translações do docente e de estudantes. Ao final, com exceção do estudante K, todos os estudantes migraram (se conectaram) ao discurso do professor.

A conclusão geral é que a fase do fluxo discursivo em que aparecem as controvérsias, do ponto de vista defendido neste artigo, pode ser adequadamente caracterizada como o *ensino em construção*. A partir de quando a maioria dos estudantes adere (se conecta) ao discurso do professor, entramos em uma fase que corresponderia ao *ensino pronto*, na qual as controvérsias cessam.

Impossível não relacionar o *ensino pronto* com o pensamento convergente e o *ensino em construção* com o pensamento divergente, revelando mais um aspecto da “tensão essencial” vivida pelo professor de ciências, conforme descrita em Arruda *et al.* (2005).

O *ensino pronto* parece coincidir muito bem com a aprendizagem científica descrita por Thomas Kuhn como “uma iniciação a uma tradição inequívoca” (Kuhn, 1989, p. 288), realçando sua característica como um pensamento convergente:

*Sem defender o mau ensino e admitindo que neste país a tendência para o pensamento convergente em toda a educação pode ter ido demasiado longe, devemos, contudo, reconhecer que um treino rigoroso no pensamento convergente tem sido intrínseco às ciências quase desde a sua origem* (Kuhn, 1989, p. 279).

Por outro lado, os momentos em que as controvérsias se instalaram – o *ensino em construção* – poderia ser identificado com o pensamento divergente. Neste caso, não haveria um único paradigma a dirigir as reflexões e ações discursivas: professores e estudantes podem divergir, tanto sobre conceitos quanto sobre questões gerais relacionadas ao ensino.

A nosso ver, investigar as ações em sala de aula tendo como fundamento a Teoria Ator-Rede ou, mais especificamente, o *Ensino em Ação*, parece ser uma abordagem promissora. No caso aqui analisado as controvérsias estiveram sempre relacionadas a dúvidas levantadas

pelos estudantes. Mas nem sempre precisa ser assim. Controvérsias sobre o significado de um conceito, a resolução de um problema ou resultados de um experimento também podem ocorrer em aulas de Física, mas talvez sejam mais raras.

Quais desdobramentos podemos prever para o *Ensino em Ação*? Em primeiro lugar, trata-se de um programa de pesquisa que, em termos gerais, visa aplicar os conceitos da Teoria Ator-Rede ao ensino, ou seja, à sala de aula. Um programa que, tomando a ANT como base teórico-metodológica, pretende investigar: o fluxo das ações que se desenrolam em aulas de ciências, não apenas no Ensino Superior, mas, também, no Ensino Fundamental e Médio; as conexões que se estabelecem e se desfazem (abertura e fechamento de caixas-pretas) e a evolução das controvérsias durante as aulas; a participação de não humanos no fluxo das ações etc.

Do ponto de vista teórico, a relação entre a ideia de um *ensino pronto* e um *ensino em construção* e as proposições de Kuhn de que o desenvolvimento da Ciência oscila entre o pensamento convergente e o pensamento divergente, seriam campos a serem explorados.

Especificamente em relação a aulas de Física, os próximos passos consistiriam em analisar, por meio do mesmo arcabouço teórico e metodológico descrito neste artigo, aulas que abordem outros conteúdos da Física e aulas experimentais (laboratório).

Reconhecemos que não consideramos neste artigo a ação dos não humanos, mas apenas as interações discursivas entre atores humanos. Trata-se de uma primeira aproximação para entender o que poderia significar o Ensino em Ação. O estudo do curso das ações é complexo e, neste caso, priorizamos as conexões apenas entre humanos porque abordamos apenas os *atos de fala* que se estabeleceram entre o professor e os estudantes. Um estudo abrangente, incluindo os não humanos deverá ser desenvolvido posteriormente.

Certamente, a partir dessas investigações, que serão objeto de pesquisas futuras, devem resultar implicações para o ensino, para a aprendizagem e para a formação de professores, em ciências e, talvez, em outras áreas. No momento, no entanto, ainda não temos uma resposta para o eventual impacto das nossas pesquisas para a área.

## Referências Bibliográficas

ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; BROIETTI, F. C. D. The Research Program on Teacher Action, Student Action and Their Connections (PROACTION): Fundamentals and Methodological Approaches. **REPPE – Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, Cornélio Procópio, v. 5, p. 215-246, 2021.

ARRUDA, S. M.; UENO, M. H.; GUIZELINI, A.; PASSOS, M. M.; MARTINS, J. B. O pensamento convergente, o pensamento divergente e a formação de professores de Ciências e Matemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 2, p. 220-239, 2005.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2021.

CALLON, M. Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieuc Bay. **The Sociological Review**, [s. l.], v. 32 (1 suppl), p. 196-233, 1984.

CHER, G. G.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; CORRÊA, H. E. R. Análise da criação dos Focos da Aprendizagem Científica por meio da Teoria Ator-Rede. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática (RevIn)**, Itapetininga, v. 5, p. 1-23, 2024.

CORRÊA, H. E. R.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; FIORUCCI, R. Reaggregando a aprendizagem: uma perspectiva a partir da Teoria Ator-Rede. In: CORRÊA, H. E. R.; FIORUCCI, R.; PAIXÃO, S. V. (Org.). **Educação (integral) para o século XXI**: cognição, aprendizagens e diversidades. Bauru: Gradus Editora, 2021. p. 99-118.

CHARLOT, B. **Da Relação com o Saber**: Elementos para uma teoria. Porto Alegre: Artmed, 2000.

COSTA, T. Q. **Uma abordagem ator-rede acerca da implementação de um experimento no ensino de física**. 2023. 101 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

COUTINHO, F. A.; GOULART, M. I. M.; MUNFORD, D.; RIBEIRO, N. A. Seguindo uma lupa em uma aula de Ciências para a Educação Infantil. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 381-402, 2014.

COUTINHO, F. A.; SANTOS, V. M. F. S.; AMARAL, A. C. R.; SANTOS, M. I.; SILVA, F. A. R.; SILVA, A. J. Quando os educandos transformam uma sequência didática em um ator-rede. Movimentos de Translação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente na Educação de Jovens e Adultos. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 11, n. 3, p. 178-193, 2016.

COUTINHO, F. A.; VIANA, G. M. **Teoria ator-rede e educação**. Curitiba: Appris, 2019.

DANGUI, A. C. M.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M. A utilização da Teoria Ator-Rede no Ensino de Ciências: uma análise de artigos publicados em duas décadas em periódicos brasileiros. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 41, n. 2, p. 394-420, 2024.

FENWICK, T.; EDWARDS, R. **Actor network theory in education**. London: Routledge, 2010.

FOUCAULT, M. Gerir os ilegalismos. Entrevista concedida a Roger Pol-Droit, gravada em janeiro de 1975. In: POL-DROIT, R. **Michel Foucault – entrevistas**. São Paulo: Graal, 2006. p. 41-52.

GREIMAS, A. J.; COURTÉZ, J. **Dicionário de Semiótica**. São Paulo: Contexto, 2021.

KUHN, T. **A tensão essencial**. Lisboa: Edições 70, 1989.

LATOUR, B. On recalling ANT. In: LAW, J.; HASSARD, J. (Ed.). **Actor Network Theory and After**. Oxford: Wiley, 1999.

LATOUR, B. **Ciência em Ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

LATOUR, B. **Reagregando o social**: uma introdução à teoria do Ator-Rede. Salvador: EDUFBA; Bauru: EDUSC, 2012.

LATOUR, B. **A esperança de Pandora**: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. São Paulo: Editora Unesp, 2017.

LAW, J. After ANT: complexity, naming and topology. In: LAW, J.; HASSARD, J. (Ed.). **Actor Network Theory and After**. Oxford: Wiley, 1999.

LIMA, N. W.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. A não modernidade de Bruno Latour e suas implicações para a Educação em Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 2, p. 367-388, 2018.

OLIVEIRA, M. A. O laboratório didático de química: uma micronarrativa etnográfica pela ótica do conceito de articulação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 1, p. 101-114, 2008.

PERON, T. S.; GUERRA, A. Construindo a Caixa-Preta da Dualidade Onda-Partícula de Louis de Broglie em sala de aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 21, e21890, p. 1-30, 2021.

POPPER, K. R. **Conhecimento objetivo**: uma abordagem evolucionária. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1975.

RIBEIRO, P. T. de C.; LIMA, M. R. de. Teoria Ator-Rede e Educação: uma revisão sistemática. **Revista Educação em Foco**, Juiz de Fora, v. 27, e27043, p. 1-18, 2022.

RITZER, G. Actor Network Theory. In: RITZER, G. (Ed.). **Encyclopedia of Social Theory**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2005.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2014.

VENTURINI, T. Diving in magma: how to explore controversies with actor-network theory. **Public understanding of science**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 258-273, 2010.



**Direito autoral e licença de uso:** Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](#).