



FORMAR PROFESSORES DE CIÊNCIAS NA ERA DA PÓS-VERDADE: O PAPEL DO DIÁLOGO COMO PRINCÍPIO MEDIADOR DO PROCESSO PEDAGÓGICO

Training science teachers in the post-truth era: the role of dialogue as a mediating principle of the pedagogical process

Gabriela Gomes Rosa [gabriela.gomesr@outlook.com]
*Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS*

Ludmila Fernandes Kelles [ludmilafernandes.kelles@gmail.com]
Luiz Gustavo Franco [luizgfs@ufmg.br]
*Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG*

Nathan Willig Lima [nathan.lima@ufrgs.br]
*Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS*

Resumo

No presente trabalho, analisamos formas de mediação mobilizadas ao longo de uma unidade didática sobre formato da Terra em uma turma de primeiro semestre de licenciatura em Física. A pesquisa dialoga com os Estudos das Ciências de Bruno Latour e, sobretudo, com seu conceito de mediação, em suas quatro variações – interferência, composição, entrelaçamento de espaço-tempo e delegação. Mobilizamos ferramentas etnográficas para construção e análise de dados; a partir do uso de questionários, observação participante das aulas, coleta de artefatos produzidos na unidade, bem como registros de interações discursivas. Nossos resultados indicam que a composição dos estudantes com materiais de apoio, como instrumentos semióticos típicos da Física, bem como vídeos que discutiam o tema, permitiu uma ampliação das performances dos participantes tanto em sua dimensão epistêmica quanto política. Ademais, o uso de questionamentos como princípio pedagógico pelo docente formador, em detrimento de uma instrução diretiva, ampliou as oportunidades para que os licenciandos excedessem suas performances originais e as performances sugeridas pelo próprio docente, o que evidencia o potencial da pergunta enquanto mobilizador de novos modos de ação. Dessa forma, nosso trabalho aponta três conclusões para a promoção de um processo pedagógico na era da pós-verdade: i) o ensino e aprendizagem conceitual de modo entrelaçado a uma discussão sociopolítica, ii) a valorização do docente enquanto intelectual crítico, e iii) o privilégio do questionamento enquanto ferramenta promotora do diálogo na sala de aula.

Palavras-Chave: Pós-verdade; Formação de professores; Terraplanismo.

Abstract

In the present work, we analyzed different types of mediation mobilized in a first semester Physics degree class over a four-week teaching unit. The research deals with Bruno Latour's Science Studies and, above all, with his concept of mediation, in its four variations – interference, composition, folding of space and time and delegation. We mobilize ethnographic tools for data construction and analysis; based on the use of questionnaires, participant observation of lessons, collection of artifacts produced in the unit, as well as records of discursive interactions. Our results indicate that the composition of students with support materials, such as semiotic instruments typical of Physics, as well as videos that discussed the topic, allowed for a complexification and expansion of the participants' performances in both their epistemic and political dimensions. Furthermore, the use of questioning as a pedagogical principle by the teacher, to the detriment of directive instruction, expanded the opportunities for undergraduate students to exceed their original performances and the performances suggested by the teacher himself, which highlights the potential of the question as a mobilizer of new agencies. In this way, our work points to three conclusions for the promotion of a pedagogical process in the post-truth era: i) conceptual teaching and learning in a way intertwined with a

sociopolitical discussion, ii) the appreciation of teachers as critical intellectuals, and iii) the privilege of questioning as a tool to promote dialogue in the classroom.

Keywords: Post-truth; Teacher training; Flat-earthism.

INTRODUÇÃO

A educação é sempre um processo ontológico-político, uma vez que qualquer currículo e acontecimento educativo é organizado de modo que, ao fim, possa se formar um ser ideal (Silva, 2010). Esse ser ideal, por sua vez, reflete os valores, desejos e concepções de toda uma organização social e de conhecimento. Em outras palavras, a educação *responde*¹ a concepções e pressupostos políticos específicos bem como é, ou deveria ser, responsiva ao contexto social concreto em que se estabelece. Nesse sentido, reconhece-se a máxima freireana de que a educação sempre está alinhada axiológica e politicamente (Freire, 2013).

Partindo desse pressuposto, a formação de professores é, também, um importante campo de disputa, uma vez que está em jogo qual modelo de formação e currículo, em última instância, qual ser ideal se quer formar. Os modelos de formação descritos por Contreras (2012), por exemplo, evidenciam o abismo epistemológico-político que há entre um modelo formativo racionalista técnico e um intelectual crítico. Enquanto o primeiro precariza a carreira docente relegando o professor ao papel de um aplicador de um currículo pré-estabelecido, o segundo coloca o docente no centro do processo pedagógico, reconhecendo-o como um verdadeiro intelectual, um autor criativo e um agente responsável/responsivo do mundo em que vive. Dessa forma, pode-se entender esses modelos como se alinhando a pressupostos liberais (racionalista técnico) e progressistas (intelectual crítico). Essas tensões têm se refletido também na formação de professores de educação em ciências no Brasil (Rezende & Ostermann, 2020).

Nos últimos anos do cenário político-epistêmico nacional e internacional, entretanto, têm sido levantados questionamentos sobre termos passado ou não por uma ruptura significativa na organização política com a qual estamos habituados. Em especial, o fenômeno da pós-verdade, reconhecido de forma institucionalizada a partir de 2016, quando o dicionário Oxford escolheu o termo como palavra do ano (Oxford Dictionary, 2016), tem pressionado uma revisão sobre nossos conceitos mais fundamentais sobre política e conhecimento.

Pós-verdade refere-se a cenários em que proposições bem estabelecidas são confundidas, propositalmente, com proposições alternativas na esfera pública, normalmente em questões de interesse econômico ou que atravessem diferentes dimensões do exercício do poder (Lima, Vazata, Moraes, Ostermann, & Cavalcanti, 2019). Assim, a pós-verdade não é um fenômeno puramente epistêmico, não é uma simples negação da ciência. É a criação artificial de controvérsias sobre temas relevantes e que confundem a população. Eventos relacionados a tal fenômeno foram acompanhados, infelizmente, diversas vezes ao longo da pandemia de covid-19 (Moura, Nascimento, & Lima 2021).

Bruno Latour, filósofo francês, em seu livro “*Onde Aterrorizar? Como se orientar politicamente no antropoceno*” (Latour, 2020) advoga a noção de que a pós-verdade, com a eleição de Donald Trump para presidente dos Estados Unidos, inaugura um novo cenário político, que deve superar a antiga dicotomia esquerda/direita ou liberal/progressista. Isto porque, agora, temos um polo “fora deste mundo”, contemplado pelos discursos e propostas absurdas, versus a defesa de proposições articuladas e que levam à preservação da Terra, do solo, e da vida, o “polo terrestre”. Para Latour, então, a pós-verdade é um fenômeno novo e que cria uma cisão irreparável de nossos mapas e organizações sociais. Essa proposição não é unanimidade, sendo, por exemplo, contestada por Jasanoff e Simet (2017).

Latour (2004) também discute que, no cenário atual, aquilo que existe ou não é objeto do processo de disputa entre diferentes coletivos, enquanto que a própria existência de certos entes simetricamente afeta a organização social. Esse reconhecimento enseja a noção de que não basta mais falar de política, mas pensar uma cosmopolítica – termo advindo dos trabalhos filosóficos de Isabelle Stengers (2018; 2010).

¹ Responder e responsivo, neste trabalho, estão sendo usados no sentido dado por Bakhtin (1981). Nesse sentido, todo enunciado responde de forma ativa aos enunciados anteriores, não só no campo da cultura, mas de forma ética. Ser responsivo é ser responsável, é fazer escolhas e se posicionar axiologicamente frente à cultura e à vida.

Independentemente de concordarmos com a ruptura fundamental proposta por Latour, é inegável que, após a pandemia, percebe-se a potência dos movimentos anti-ciência em nossa sociedade, da proliferação de discursos falsos, e do ataque sistemático que as universidades e a ciência vêm sofrendo no mundo todo e, especialmente, no Brasil, durante o governo de Jair Bolsonaro. Esse reconhecimento fez, por exemplo, que o Caderno Brasileiro de Ensino de Física lançasse em 2020 um número especial sobre Pós-Verdade². O periódico internacional *Science & Education*, por sua vez, em 2021, fez uma chamada especial sobre confiança na ciência e educação em ciências³. Dessa forma, recentemente, ficou bastante evidente que é necessário repensar a educação científica para a era da desinformação. O governo norte-americano, juntamente com a universidade de Stanford e diversos pesquisadores, lançou um relatório recente sobre esse tema (Osborne, Zucker, & Pimentel, 2023), e estudos têm se voltado para essa preocupação (Allchin, 2023; Osborne & Pimentel, 2023; Moura, Alsop, Camel, & Guerra, 2023).

No contexto da literatura brasileira, Rosa, Alves-Brito e Pinheiro (2020) defendem que a própria ciência hegemônica é um estado de pós-verdade que ignora o conhecimento produzido fora da lógica científica dominante. Pivaro e Girotto Júnior (2020), por sua vez, ao analisarem o papel do negacionismo científico no contexto sociopolítico a partir da década de 1950, apontam que o fenômeno da pós-verdade não é uma novidade para a comunidade científica, pois se trata de uma forma de negacionismo já conhecida, enquanto Messeder Neto e Moradillo (2020), a partir da perspectiva materialista histórico-crítica, defendem que a pós-verdade é um reflexo do capital e da sociedade de classes. Segundo esta perspectiva, a verdade se torna um incômodo às classes dominantes, na medida em que passa a fornecer subsídios para a libertação das massas e, desse modo, a burguesia, ao mesmo tempo que valoriza e utiliza ilimitadamente os feitos da ciência e da tecnologia, incentiva as massas à religião e ao misticismo.

Apesar das diferentes perspectivas sobre o mesmo fenômeno, há um movimento relativamente articulado entre tais pesquisadores no sentido de defender um trabalho pedagógico que envolva a pós-verdade no contexto da educação em ciências (Pivaro & Girotto Júnior, 2020). Nesse sentido, pode parecer razoável que uma “superação” da pós-verdade possa ocorrer a partir do conhecimento científico. Todavia, Ranniery, Telha e Terra (2020) chamam atenção para o fato de que a crítica à pós-verdade não pode culminar na defesa de um projeto de educação científica iluminista. Esses autores percebem na proposição cosmopolítica de Isabelle Stengers uma forma ético-política de conceber um ensino de ciências para a era da pós-verdade, uma vez que a cosmopolítica não só questiona a suposta universalidade e superioridade do conhecimento científico frente a outras formas de conhecer, mas também convida a conceber as ciências a partir de suas práticas, relações e processos.

Desta forma, o presente cenário faz com que questões antes bem estabelecidas voltem a ser debatidas e temas como o formato da Terra – que há séculos é considerado um consenso na comunidade científica e fora dela – passem a ser explorados no âmbito da Educação em Ciências (Bondezan & Kawamura, 2022; Hilger & Mariniak, 2022; Marineli, 2020; Martins, 2020). Martins (2020), que analisa o fenômeno do movimento terraplanista a partir da Convenção Nacional da Terra Plana⁴, questiona se existe preparação dos professores de ciência para lidar com essa temática e defende a necessidade de a área dedicar atenção à mesma. Marineli (2020), por sua vez, destaca a importância de os professores de ciências se apropriarem do fenômeno terraplanista e a necessidade de reflexão sobre os movimentos negacionistas nos processos educacionais. Estudos exploratórios na formação inicial de professores apontam que é preciso discutir a temática do terraplanismo no contexto do ensino superior a fim de preparar os futuros professores para lidar com essa temática em sala de aula (Hilger & Mariniak, 2022) e destacam a importância de estabelecer discussões coletivas em relação ao tema (Bondezan & Kawamura, 2022).

Embora identifiquemos um número crescente de trabalhos sobre os temas da pós-verdade, negacionismo científico e desinformação, ainda são poucos os estudos que se dedicam a analisar dados em contexto de sala de aula. Isto é, embora tenhamos avançado na teorização sobre esses fenômenos e sua relação com a educação em ciências, precisamos avançar no sentido de entender como tais questões podem se apresentar no cotidiano da sala de aula (na Educação Básica ou na formação de professores) e que possíveis efeitos podem produzir. Nessa direção, questionamos sobre como professores em formação inicial se posicionam frente a temas socialmente controversos, como constroem novos conhecimentos a partir de

² Disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/3108>. Acesso em 16 de novembro de 2023.

³ O texto da chamada pode ser encontrado em <http://www.eshs.org/2020/10/26/call-for-papers-science-and-education-why-trust-science-and-science-education/>. Acesso em 16 de novembro de 2023

⁴ Realizada na cidade de São Paulo/SP em 2019.

tais questões, que recursos mobilizam para se posicionar, que propostas pedagógicas são potentes ao longo de seu processo formativo.

Assim, considerando a escassez de estudos empíricos sobre a abordagem do tema em contexto de sala de aula, buscamos contribuir com o campo de pesquisa por meio de uma investigação desenvolvida ao longo de uma disciplina no início de um curso de licenciatura em Física, na qual um tema da pós-verdade foi tratado de forma explícita. Especificamente, analisamos interações e atividades em uma unidade de ensino construída para incorporar três eixos didáticos (Allchin, Andersen, & Nielsen, 2014): (a) aspectos históricos do conhecimento científico; (b) atividades com problemas abertos que demandassem o engajamento e colaboração dos estudantes; (c) reflexões e debates sobre um tema sociocientífico. Nesta unidade, juntamente com os conteúdos específicos da disciplina, tratou-se dos movimentos terraplanistas ao mesmo tempo em que se discutia o uso de trigonometria para medidas de distâncias na Terra e no Sistema Solar.

O objetivo deste trabalho é investigar, então, como as performances do coletivo turma-professor variaram ao longo da unidade frente a diferentes mecanismos de mediação (Latour, 2001) presentes nas atividades relacionadas ao terraplanismo. Para alcançá-lo, construímos respostas para as seguintes questões de pesquisa: (i) ao longo do processo, que mecanismos de mediação – no sentido atribuído por Latour (2001) - acontecem no coletivo da sala de aula? (ii) Como os diferentes tipos de mediação alteram as performances discursivas dos estudantes e do professor sobre o papel do ensino de física/ciências na educação básica? Com base nessas respostas, propomos um diálogo com o quadro teórico-metodológico mobilizado e com a literatura especializada da área de educação e educação em ciências, a fim de refletir e gerar apontamentos sobre a formação de professores na era da pós-verdade.

QUADRO TEÓRICO: ENTRE DIÁLOGOS E MEDIAÇÕES

No presente estudo, utilizamos o conceito de mediação como lente teórica. Diferentes noções sobre mediação são discutidas e propostas nas áreas de Educação e de Psicologia para descrever processos de ensino-aprendizagem e de desenvolvimento cognitivo dos indivíduos. Assim, o conceito assume determinados significados conforme diferentes perspectivas.

Wertsch, por exemplo, a partir da leitura de Vygotsky, associa o termo ao “uso de meios auxiliares na solução de problemas psicológicos” (Pereira & Lima Jr, 2014, p. 526). Wertsch (1991) destaca que o ser humano age de forma mediada. Por exemplo, a capacidade de ação do homem sozinho é diferente de sua capacidade de ação com um martelo. Aquilo que ele é capaz de fazer e, de fato faz, muda por meio da mediação de ferramentas materiais e simbólicas. Assim, se definimos uma pessoa pelo que ela faz, o uso dos meios mediacionais é tão importante que não deveríamos falar do homem com um martelo, mas do homem-com-martelo, esse novo ator que surge da associação com o meio mediacional.

No caso específico da cognição, podemos perceber que nossa capacidade de fazer contas aumenta se tivermos papel e lápis. Ou somos capazes de lembrar a ordem de uma série de eventos se pudermos tomar notas ao longo do processo. Isso leva a ideia de que a cognição é algo que se estende para fora do cérebro ou do corpo do sujeito e passa a ser uma atividade compartilhada por um coletivo.

Wertsch ainda exemplifica o caso de uma criança que esqueceu onde deixou seu brinquedo e pede ajuda para o pai. O pai, então, começa a lhe fazer uma série de perguntas sobre onde a criança estava e onde poderia ter deixado o brinquedo. Então, a criança sai correndo, pois lembrou onde tinha o deixado. Nesse caso, nem a criança lembrou onde estava o brinquedo sozinha, nem o pai poderia saber da posição do brinquedo. A mediação do pai, por meio de questionamentos, permitiu a lembrança almejada.

Usando esta concepção, Pereira, Ostermann e Cavalcanti, (2009), indicam que, em uma atividade com um interferômetro virtual de Mach-Zehnder, quando alunos discutem questões em dupla, as perguntas do “parceiro menos capaz” fazem com que as respostas dos “parceiros mais capazes” fiquem cada vez mais complexas e precisas. Ou seja, além de mostrarem que o “parceiro mais capaz” se beneficia com a presença de um “parceiro menos capaz”, o artigo exemplifica também como a mediação por meio da pergunta melhora a atividade cognitiva, de forma que não podemos falar de cada aluno individualmente, mas da parceria de alunos respondendo às perguntas. Uma implicação importante que podemos interpretar para educação em ciências é que, em uma perspectiva sociológica como essa, o ator a ser investigado não é mais cada aluno individualmente, mas o coletivo de alunos e seus materiais (softwares, calculadora, papel, lápis) – é o coletivo de humanos e meios mediacionais que formam o sujeito de uma ação compartilhada.

Outro conceito de mediação, com o qual nos alinhamos e mobilizamos neste estudo, foi proposto por Bruno Latour. Adotamos as proposições de Latour (2001), pois seu conceito de mediação enfatiza as mudanças nas performances geradas pelos processos de interação entre atores humanos e não-humanos. Nessa concepção, a associação de humanos e não-humanos gera novos atores com ações que os atores anteriores não possuíam de modo isolado. Isso é particularmente relevante neste estudo, considerando que nos interessou investigar mudanças nas performances do coletivo turma-professor ao longo de um processo formativo. Mais especificamente, esses processos de interações que podem ser interpretados como mediações no sentido dado por Bruno Latour possuem quatro acepções (Latour, 2001): interferência, composição, entrelaçamento de espaço tempo e delegação. Tais categorias foram úteis na medida em que nos ajudaram a caracterizar formas de interações do coletivo turma-professor ao longo das aulas analisadas.

O primeiro tipo de mediação é o que Latour chama de **interferência**. Dois agentes (humanos ou não-humanos) isoladamente possuem, previamente, seus próprios programas de ação. Ao se encontrarem, podemos ter o agenciamento de um agente em direção ao programa do outro, ou, principalmente, podemos ter a criação de um terceiro programa de ação, com novos objetivos e performances. Em todo encontro, existe uma incerteza e flutuação sobre o que será o novo programa de ação estabelecido a partir da interação, o que é denominado por Latour de um processo de tradução, ou translação (Latour, 2001). Do ponto de vista da metafísica cosmopolítica, isso equivale a reconhecer que atores são sempre formados pela rede de interação com outros atores e, logo, a associação de dois novos atores cria um novo ator, com novas performances e propriedades.

Transladando já para o contexto da pesquisa em educação, um exemplo, onde essa mediação aparece é no encontro do docente com a turma. Cada aluno tem seus interesses, objetivos e performances. O docente, por sua vez, também tem seu programa de ação pré-definido. Desse encontro, pode o docente agenciar toda a turma ou alguns alunos a seguir seu programa. Inversamente, pode ser que o docente seja agenciado pela turma e faça algo completamente diferente do que planejou. Ou ainda, algo novo e inesperado surge desse encontro, e o caminho pedagógico se dá por uma mediação entre docente e alunos, em que o programa de ação estabelecido surge dos interesses, necessidades, demandas e tensões impostas pelos diferentes atores.

O segundo tipo de mediação é a **composição**, normalmente usada para falar da relação entre humanos e não-humanos ou mesmo da relação entre não-humanos. Um primeiro agente pode ter um programa de ação inicial, o qual encontra dificuldades ou desafios. A partir daí, ele pode mobilizar outros agentes, como ferramentas, mudando seu programa de ação. Assim, a ação não é uma propriedade somente dos humanos, mas da associação de humanos e não-humanos. Deve-se atribuir à ação à rede como um todo.

Essa forma de mediação também pode ser entendida no contexto pedagógico. A capacidade de alguém resolver problemas de matemática não é a mesma com ou sem uma calculadora científica. Nossa possibilidade de escrever um texto, posicionando-se sobre um tema específico, muda se tivermos materiais disponíveis sobre o assunto, a disponibilidade de instrumentos específicos pode facilitar ou não nossa capacidade em desempenhar certas tarefas. Nesse sentido, a capacidade de ação, a compreensão, a comunicação e, portanto, o próprio aprendizado não são propriedades do humano sozinho, mas do coletivo humano e não-humanos mobilizados na rede e, portanto, deve-se analisar aprendizado, comunicação, apropriação, domínio, do coletivo e não do humano individualmente.

O terceiro tipo de mediação é o **entrelaçamento de espaço tempo**. Nesse caso, um único agente, em certas ocasiões, se revela sendo um coletivo de agentes. Latour (2001) discute, por exemplo, como um projetor, que – originalmente – passa despercebido, como se nem existisse, ao estragar no meio de uma apresentação, repentinamente vira um conjunto de peças, associações, demandando técnica e mobilizando conhecimentos. Agora, existe um conjunto de técnicos e peças ao redor do projetor, ele já não é mais um só, abre-se uma caixa preta. Posteriormente, essa caixa preta é fechada e, com sorte, o projetor volta a funcionar e a ficar despercebido. Os processos de abertura e fechamento de caixas pretas estão associados a esse terceiro tipo de mediação.

Novamente, no campo educacional, podemos pensar na própria elaboração de um dado conceito no contexto didático. Quando um livro ensina a conservação de energia como um postulado, ou passa apenas uma equação, está apresentando uma caixa preta, que esconde séculos de discussões, debates, controvérsias e disputas. Por outro lado, o professor pode optar por levar textos históricos e, de repente, aquele único actante se torna uma complexa e emaranhada rede. Os alunos podem mergulhar nessa rede e

até debater a relevância e potência das diferentes perspectivas. Ao final, eles voltam a esconder tudo em uma equação e passam a resolver uma série de exercícios usando tal princípio (fechando a caixa preta).

Por fim, o último significado de mediação envolve a transposição das fronteiras entre signos e coisas, o que Latour chama de **delegação**. Nesse caso, Latour discute como um objeto material, ou aparato tecnológico, é um elemento que possui, reifica, ou materializa sentido, mesmo não estando no discurso. Nesse caso, ele menciona o exemplo de um quebra-molas. Em algum momento, percebeu-se que naquela região os carros deveriam diminuir a velocidade para evitar atropelar uma pessoa. Os legisladores, então, colocam um quebra-molas. Tem-se nesse caso uma delegação da vontade dos sujeitos para o bloco de concreto, ao mesmo tempo que há uma translação do apelo ao ideal moral dos motoristas de não atropelar ninguém para o apelo egoísta de não querer quebrar o seu carro. Um exemplo desse tipo de mediação no contexto educacional, se refere às propostas pedagógicas e curriculares de uma escola. Uma escola pode, por exemplo, ganhar da secretaria de educação, materiais de laboratório ou tecnologias de informação e comunicação. Ainda que sejam objetos materiais, sua presença na escola remete a uma política pública que provém de uma instância superior à própria escola e que “fala” o que os docentes devem fazer.

Assim, essas quatro formas de mediação nos ajudam a entender os diferentes tipos de associações e movimentos que as relações entre humanos e não humanos podem implicar, servindo como uma lente para pensarmos, também, os acontecimentos na sala de aula. E, no caso específico da presente pesquisa, interessa saber quais tipos de mediação estão presentes e como contribuem ou dificultam o processo pedagógico.

TRAJETÓRIA TEÓRICO-METODOLÓGICA

O presente estudo foi desenvolvido por dois grupos de pesquisa, pertencentes a duas universidades brasileiras das regiões Sudeste e Sul do país. Todo o design da pesquisa e a análise de dados foi organizado coletivamente por todos os membros envolvidos, e a implementação das atividades e coleta de dados ocorreu no curso de licenciatura em Física de uma universidade pública federal do Rio Grande do Sul, em uma disciplina de introdução à Física, do primeiro semestre do ano letivo de 2023.

Essa disciplina foi criada em uma reforma curricular recente pela qual o curso de licenciatura passou no contexto de adequação do programa às políticas públicas de formação docente – como a Resolução 02/2015⁵ do Conselho Nacional de Educação. A disciplina tem por objetivo, primeiramente, contribuir para a integração de temas específicos da Física com discussões pedagógicas e epistemológicas mais amplas, fortalecendo a identidade docente. Ademais, sua ementa foi construída de modo a fortalecer o senso de pertencimento dos alunos e sua perspectiva de currículo – fatores que contribuem significativamente para a decisão de permanência no curso (Heidemann, Moraes, & Giongo, 2020). Há uma expectativa institucional, portanto, de que essa disciplina contribua para a redução das taxas de evasão dos estudantes desta licenciatura, ao mesmo tempo que aborda conceitos que vão ajudar os alunos em disciplinas futuras, como cálculo e Física 1.

O ponto de partida da pesquisa foi a proposta do professor da disciplina, que é um pesquisador na área de história, filosofia e ensino de Física, de elaborar uma unidade didática, a ser implementada nas três primeiras semanas de aula, para tratar o tema da pós-verdade e as discussões sociopolíticas contemporâneas. Uma vez que o docente precisaria resgatar discussões sobre trigonometria e mecânica – propôs-se de imediato que o movimento terraplanista fosse tomado como tema da unidade.

Para a construção de dados, bem como para as análises, adotamos uma perspectiva qualitativa de pesquisa partindo da concepção da Teoria Ator-Rede (TAR) (Latour, 2005). Adotamos procedimentos e instrumentos de coleta de dados comuns dos estudos etnográficos em sala de aula⁶: observação participante, diário de observação, gravação e transcrição de áudio dos encontros, registros de atividades, fotos e uso de questionários (Green & Bloome, 1997; Frank, 1999).

No processo de coleta de dados, realizamos observações e registros baseados em perguntas de características de estudos etnográficos. As questões iniciais foram importantes ao fornecer uma descrição

⁵ Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>. Acesso em 16 de novembro de 2023.

⁶ Todos os compromissos éticos foram respeitados e, antes do início da pesquisa, os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

ampla dos acontecimentos em sala. O que está acontecendo aqui? Quem pode falar e não nos eventos em sala? O que é valorizado nas interações? Quais atores/actantes estão em jogo e como eles interagem? Tais questões são exemplos de perguntas iniciais que orientaram nossas observações e foram sendo refinadas e detalhadas, a partir de um contato mais sistemático com os dados, até a elaboração de nossas questões de pesquisa finais.

Ainda com base na perspectiva etnográfica, buscamos partir dos acontecimentos e das narrativas dos próprios participantes, para, então, acrescentar camadas teóricas sobre a interpretação dos dados, ao invés de partir inicialmente de uma concepção teórica cristalizada ou de hipóteses formais. Como alerta Venturini (2010), fazer isso não significa adotar a hipótese da ausência de carga teórica prévia. A ideia é, inicialmente, manter as perguntas mais abertas para que diferentes concepções teóricas possam dialogar até que se decida quais conceitos seriam os mais relevantes para análise do processo de interesse do estudo. Assim, o processo interpretativo é teórico do início ao fim, bem como demanda um esforço de discussão e diálogo entre os pesquisadores até convergir para a análise realizada. Nossas questões iniciais foram convergindo para as questões sobre mediação apresentadas na introdução do texto. A perspectiva adotada para análise dos dados, portanto, vai no sentido de uma descrição e interpretação capaz de evidenciar diferentes tipos de mediação ao longo das atividades, bem como as mudanças nas performances dos atores geradas por tais mediações.

O professor da turma acompanhada, em diálogo com os demais membros do grupo de pesquisa, construiu seis aulas com objetivo de discutir o formato da Terra, a história da discussão sobre esse formato, a ascensão do movimento terraplanista, os aspectos políticos desse movimento e o papel político da educação científica no cenário contemporâneo. A preocupação do docente, ao elaborar a unidade eram as seguintes: (1) abordar conceitos de trigonometria que serão importantes nas demais disciplinas; (2) trabalhar com história da ciência para ajudar no aprendizado de conceitos; (3) desenvolver atividades que permitam o engajamento dos alunos no processo de aprendizado; (4) fomentar a identidade docente dos professores em formação, ressaltando a importância da educação científica para o cenário contemporâneo. Tendo isso em vista, a unidade didática foi elaborada e está sintetizada no Quadro 1.

Quadro 1 – Síntese da unidade didática analisada.

Aula	Descrição da aula	Tarefa para casa
1	Apresentação da disciplina e introdução da unidade didática. Aplicação de questionários iniciais.	Ler um texto histórico sobre o formato da Terra e o método de Eratóstenes. Os alunos responderam questões de interpretação do texto.
2	Revisão de trigonometria. Tarefa prática: medir a altura do prédio do Instituto de Física usando conceitos de trigonometria.	Sem tarefas.
3	Discussão das respostas da tarefa para casa. Alunos foram divididos em grupos menores para resolver questões de trigonometria e, depois, apresentaram para toda a turma suas resoluções.	Assistir vídeo selecionado pelo professor com argumentos do terraplanismo e da Terra redonda. Anotar todos os argumentos e comentá-los.
4	Lista de exercícios de trigonometria e cálculos de medidas ao longo do planeta Terra.	Sem tarefas.
5	Debate sobre o formato da Terra. A turma foi dividida em quatro grupos. Dois grupos deveriam defender a Terra plana e dois grupos deveriam defender a Terra redonda.	Sem tarefas.
6	Redação de reflexão sobre a atividade. Redação de parecer sobre a reflexão do colega (em duplas). Discussão com toda a turma sobre a atividade.	Sem tarefas.

Fonte: os autores.

A unidade foi implementada na disciplina mencionada no primeiro semestre de 2023. Havia 16 alunos inscritos na turma; mas – desde a primeira aula – apenas 13 discentes participaram dos encontros. Além do professor pesquisador, a disciplina contou com uma estagiária docente, discente de doutorado do grupo de pesquisa, que, além de ajudar na elaboração e implementação das atividades, realizou o diário de bordo de

todas as aulas, gravou e transcreveu as discussões coletivas, registrou com fotos as produções dos alunos no quadro branco, além de digitalizar e transcrever as respostas de atividades feitas a mão pelos alunos.

Os trezes alunos da disciplina eram originários da região metropolitana do estado do Rio Grande do Sul, sendo que a maioria estudou em colégio estadual no ensino médio, seguido de alunos de escolas particulares e federais. Em especial, para o estudo de perspectiva etnográfica, é importante ressaltar que esse grupo, apesar de estar recém se conhecendo (pois eram suas primeiras semanas na universidade), compartilhavam um entendimento comum relacionado ao ensino de Física (conforme discutiremos em mais detalhes na seção de resultados), a dizer, a experiência de um ensino de Física expositivo, avaliado por provas, com objetivo de preparação para o vestibular. Assim, os alunos compartilhavam noções similares sobre os objetivos, práticas, instrumentos típicos da sala de aula de Física.

Após a implementação de toda a unidade, da coleta e organização dos dados, os grupos de pesquisa passaram a discutir e interpretar o que foi coletado. A partir dessa leitura, da experiência vivenciada e do diálogo com os marcos teóricos apresentados, os pesquisadores chegaram às questões de pesquisa propostas e, sobretudo, decidiram desenvolver a análise a partir do conceito de mediação de Latour (2001).

Na próxima seção apresentamos o relato das atividades realizadas ao longo da unidade didática e os dados coletados para, na sequência, trazer uma interpretação de todo o processo pedagógico, desde a elaboração da atividade didática até a sua finalização, a partir da noção de mediação proposta por Latour (2001). Nesse processo, caracterizamos o coletivo que compõe a turma, apresentaremos os diferentes atores, humanos e não-humanos, suas associações e as mudanças de *performances* a partir dos diferentes eventos de mediação, o que permitirá responder às perguntas de pesquisa apresentadas na introdução deste artigo. Com essa análise, poderemos, então, traçar reflexões sobre a formação de professores na era da pós-verdade.

RELATO DE APLICAÇÃO E DADOS COLETADOS

A aula 1 da unidade didática foi dividida em duas partes: na primeira parte foi realizada a aplicação de questionários iniciais, enquanto a segunda metade da aula foi dedicada à introdução da disciplina e das discussões sobre ensino de ciências e questões sociopolíticas. Para identificar a possível existência de elementos compartilhados pela turma que pudessem caracterizá-la como uma rede utilizamos questionários em que os estudantes deveriam relatar suas experiências prévias com a Física (como alunos do ensino Fundamental e Médio), suas concepções sobre a Física e sobre o ensino dessa disciplina. Os estudantes também foram questionados sobre o formato da Terra e o movimento terraplanista, devendo apontar argumentos que fossem capazes de justificar o modelo de Terra-globo e refutar a Terra-plana. As questões realizadas e as respostas dos estudantes estão disponíveis no Anexo 3⁷.

Neste primeiro momento os estudantes não detalharam suas experiências com a Física e forneceram apenas respostas genéricas como:

Estudante 10: “razoavelmente boa”,

Estudante 12: “foi ótima, meu professor é maravilhoso”,

Estudante 5: “boa”

Estudante 6: “sempre bastante positiva. Eu me divertia com as aulas”.

Suas respostas sobre o papel da física na Educação Básica e na formação para a cidadania demonstram uma visão instrumentalista do conhecimento científico e uma associação linear entre ciência, tecnologia e progresso.

Estudante 1: “Para segurança pessoal e alheia, desenvolvimento de novas tecnologias, etc.”

Estudante 4: “Ajuda para as pessoas entenderem e conseguirem resolver problemas simples no cotidiano.”

Estudante 9: “Nós usamos Física o tempo todo no nosso dia-a-dia. Então é importante que saibamos calcular coisas simples como velocidade e distância isso mostra quanto tempo levamos para chegar em algum lugar. Também é importante saber sobre eletricidade e, por exemplo, quanto se gasta de luz em um banho.”

⁷ Os anexos deste artigo foram depositados em *Harvard Dataverse*. Acesso: <https://doi.org/10.7910/DV/N/K99FQ1>

Estudante 10: “Pode ajudar os cidadãos a criarem novas tecnologias para o bem de todos”.

Quando questionados sobre o formato da Terra e quais argumentos justificariam tal formato, parte da turma procurou argumentos empíricos e fenomenológicos para justificar a Terra redonda, como

Estudante 5: “o surgimento e o desaparecimento das caravelas no horizonte; os eclipses; a gravidade”;

Estudante 13: “a Lua orbita o planeta Terra e dependendo da sua fase ela pode ficar mais visível ao dia. O barco desaparece no horizonte devido a curvatura da Terra”;

Estudante 11: “Não existira diferença de temperatura se o Sol fizesse sempre as mesmas rotas. Outra prova é que, enquanto é dia de um lado, é escuro de outro. Se a Terra fosse plana, teoricamente, tudo estaria iluminado ou escuro ao mesmo tempo”

Enquanto uma parcela dos estudantes, que não sabia justificar, apontou grande confiança na ciência e nas instituições

Estudante 4: “Eu não sei se é esse mesmo [o formato da Terra], apenas confio nos cientistas/físicos”;

Estudante 1: “Através de divulgações científicas que comprovam isso, imagens...”;

Estudante 13: “A Terra é redonda, pois através de muitos anos de estudo e inúmeras fotos, vídeos e lives, consigo crer que a Terra não é plana.”

[...] foi o que aprendi na escola”;

Estudante 6: “As fotos e vídeos tirados a partir da ISS e outros satélites são prova mais que suficiente...”

Estudante 12: “Eu não tenho como provar que a Terra é redonda, mas é só o que faz sentido; ser redonda como qualquer outro corpo celeste por conta da gravidade. Além disso, as imagens capturadas de grandes altitudes mostram a curvatura da Terra no horizonte.”

O movimento terraplanista, por sua vez, foi associado pela turma tanto a falta de conhecimento sobre o assunto quanto a uma educação científica insuficiente

Estudante 10: “as pessoas leigas não entendem e não buscam entender”

Estudante 8: “[o movimento terraplanista] existe por causa de um sistema de ensino falho. Causando controvérsias sobre o assunto e, consequentemente, teorias da conspiração”.

Quanto a movimentos políticos e ideológicos e ao fenômeno da desinformação e das *fake news*:

Estudante 3: “O motivo de algumas pessoas acreditarem na terra ser plana, não é por causa que é a explicação mais lógica, mas porque essa teoria está conectada com outras conspirações, algumas de caráter muito radical, racista, antissemita, etc.”

Estudante 7: “Não deveria [existir pessoas que acreditam no terraplanismo], mas sim, por conta das teorias da conspiração e fake News.”

Estudante 1: “Acredito que sejam teorias que com o passar do tempo ganham força, motivada pela falta de conhecimento e disseminação de informações falsas.”

Seguindo o cronograma disposto no Quadro 1, na segunda aula da unidade didática buscamos revisar os conceitos de trigonometria e estimular os estudantes a colocarem os conceitos em prática. Dessa forma, nesse dia foi proposta uma atividade em que os alunos deveriam elaborar uma estratégia para medir a altura do prédio do Instituto de Física da Universidade. Aos estudantes foram entregues quadros brancos que podiam ser manipulados e canetas com as quais eles poderiam esboçar suas ideias (Figura 1). Após discussões entre os grupos de alunos, com o auxílio do professor e da estagiária, foi escolhida uma metodologia comum que seria utilizada por todos os grupos e que, de acordo com problematizações quanto à imprecisão do método, seria repetida por no mínimo 3 vezes por cada grupo.

A estratégia escolhida dependia do auxílio de um objeto (caderno, caneta, celular, trena), um observador e de conceitos básicos de trigonometria. A partir de uma adaptação do Teorema de Pitágoras, os estudantes utilizaram objetos diferentes para medir a altura do prédio. Cada grupo escolhia um aluno, este

se posicionava diante do prédio, a uma distância conhecida da base do mesmo, fechava um dos olhos e posicionava diferentes objetos à sua frente de modo a bloquear sua visão de todo o comprimento do edifício. Os estudantes mediam, também, a altura do objeto utilizado e qual a distância dele em relação ao rosto do observador, além da altura do próprio observador. Seguindo esta metodologia, cada grupo realizou cerca de 9 a 12 medições utilizando diferentes objetos, distâncias em relação ao prédio e observadores. Eles chegaram a valores próximos uns aos outros (9,08m a 10,2m).

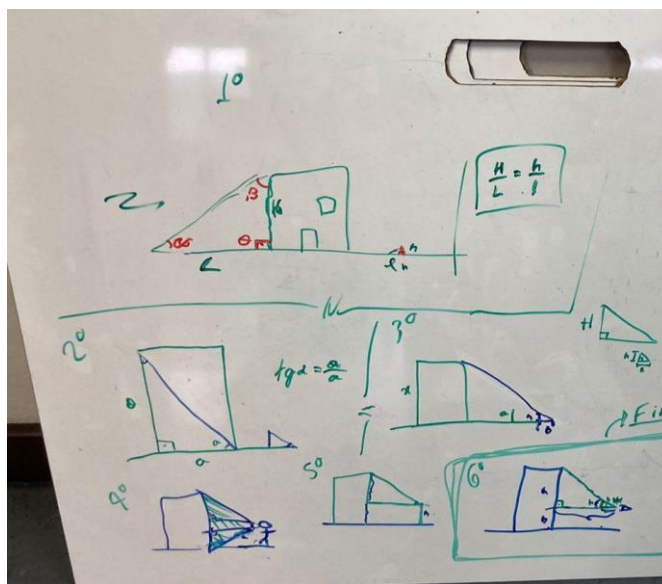


Figura 1 – Quadro com esboço das estratégias elaboradas por um dos grupos de alunos.

Na aula 3, a turma se dedicou à resolução de exercícios relacionados aos cálculos trigonométricos. Os alunos foram divididos em grupos para trabalhar tais questões, os quadros brancos foram novamente distribuídos entre os grupos para que os estudantes pudessem compartilhar suas ideias, e o professor foi se revezando de grupo em grupo auxiliando nas dúvidas quanto às questões, conceitos de trigonometria, bem como a utilização da calculadora científica em exercícios envolvendo ângulos.

Nessa aula, além dos cálculos, os alunos e o professor discutiram um texto histórico intitulado “Como a Terra virou um globo?”⁸. O texto trazia exemplos de propostas terraplanistas defendidas há séculos, bem como a discussão de aspectos da construção da ciência, da diferença entre observações, dados, modelos e a influência dos sentidos humanos na coleta desses dados.

Ao final da aula 3, o professor solicitou, como tarefa para casa, que os estudantes assistissem a um vídeo⁹ no qual um grupo de adeptos do movimento terraplanista é levado ao Planetário de São Paulo para debater sobre assuntos relacionados ao formato da Terra com o diretor da instituição que, por sua vez, possui formação em Física. Nesta atividade, os estudantes deveriam anotar os argumentos utilizados pelo grupo terraplanista e pelo cientista, discutindo sua qualidade (explicando-os, criticando-os ou concordando com eles).

Na aula 4, a turma seguiu trabalhando na resolução de exercícios trigonométricos, dessa vez de forma individual e ainda com o uso de calculadoras. Já na aula 5, seguinte à entrega das respostas sobre o vídeo, os alunos foram divididos em pequenos grupos para compartilhar seus argumentos sobre cada modelo, e, na

⁸ Texto em anexo 1. Os anexos deste artigo foram depositados em *Harvard Dataverse*. Acesso: <https://doi.org/10.7910/DVN/K99FQ1>

⁹ “Levamos 3 terraplanistas ao maior planetário de São Paulo. E esse foi o resultado.” Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=BXU3R_gvsoQ

sequência, a turma foi dividida em dois grandes grupos. Metade da turma deveria defender o modelo de Terra-plana e a outra metade, o modelo de Terra-globo. A transcrição da discussão está disponível no Anexo 4¹⁰.

Na última aula da unidade – a aula 6, os estudantes desenvolveram uma atividade individual: produzir um pequeno texto sobre o papel do ensino de ciências. Na sequência, sentaram-se em duplas e cada colega leu e comentou o texto de seu par. Essa atividade foi adotada como uma forma de contribuir para fomentar o levantamento de ideias e a discussão que viria na sequência de forma oral. Nas redações, os estudantes mobilizaram argumentos como o desenvolvimento do “raciocínio crítico” e da “capacidade de questionar o mundo”, mas também destacaram o potencial do ensino de ciências no combate à “desinformação”, aos “movimentos negacionistas” e às “fake news” e sua capacidade de preparar os indivíduos para a “tomada de decisões” e a “resolução de problemas”. O docente abriu, então, a discussão pedindo que cada discente fizesse uma pequena reflexão para toda a turma – a discussão foi gravada e sua a transcrição completa está disponível no Anexo 5.

Quando na discussão final o professor questionou a turma, mais uma vez, sobre como foi a experiência com o ensino de física que os estudantes tiveram na escola, as respostas foram mais completas e confirmaram o ensino hegemônico que tiveram, algumas frases exemplares foram destacadas abaixo.

Estudante 4: Na questão de como foi o ensino de física pra mim né, eu acho que foi um ensino mais tradicional.

Estudante 2: o meu ensino de física, porque era muito conteúdo que a gente teve em muito pouco tempo, acabou que era bem tradicional mesmo, era cálculo, não tinha muito explicação de aplicabilidade para aquilo. Apesar da física ser uma explicação do mundo físico, era meio que não saía de desenho no papel.

Estudante 3: Eu acho que... No meu ensino médio, eu acho que foi diferente porque a gente viu um pouco mais experimentalmente, sabe, a gente tinha bastante aula de quadro e giz, quadro e caneta, só que a gente chegou a ter e fazer alguns experimentos assim né, por exemplo, calcular a gente mesmo com uma bolinha e tudo mais, calcular qual que era o valor da gravidade, por exemplo, e esse tipo de coisa né, então eu acho que isso daí era sempre mais interessante.

Em relação ao papel da Física na Educação Básica, as respostas novamente indicaram um posicionamento instrumentalista e cientificista:

Estudante 4: “[...] o propósito de ensinar física pra mim seria tu poder fazer com que as pessoas compreendam como o mundo que elas habitam funciona, como as coisas acontecem ao nosso redor para tu ter uma visão, por exemplo, para tu poder compreender as relações entre os fenômenos, ou até mesmo entre as pessoas. Eu acho que ter essa curiosidade, ou despertar essa curiosidade pra mim, nas pessoas, seria o propósito da física né.”

Estudante 2: “o ensino de física, se tu entende bem o cerne dele, se enxerga a aplicabilidade dele no mundo, na tecnologia onde a gente vive, tu tem uma confiança maior na metodologia científica e a metodologia científica está aí em todas as ciências. Então compreendendo isso, tu cria um senso crítico maior para as pseudociências e foi meio que essa a conclusão que a gente chegou.”

Estudante 12: “[...] a gente enxerga a física como uma porta para fazer para criar o pensamento crítico do ser humano, e aí é basicamente o que ele disse, foi o que a gente escreveu. Que a pessoa usa a física, estimula a pensar, e entender as coisas e dá para levar isso para todas as áreas da vida.”

Contudo, conforme o professor trouxe questionamentos ao longo desse o debate, novos elementos foram sendo trazidos nos discursos dos estudantes, o que analisamos de modo detalhado na próxima seção.

¹⁰ Os anexos deste artigo foram depositados em *Harvard Dataverse*.
Acesso: <https://doi.org/10.7910/DVN/K99FQ1>.

RESULTADOS E ANÁLISES

Ao longo dessa seção, apresentamos uma análise dos dados. Elucidamos os tipos de mediações envolvidos na unidade didática analisada, bem como o papel dessas formas de mediação nas mudanças observadas no processo pedagógico.

Conhecendo os atores iniciais

Os eventos analisados envolvem o encontro de dois atores principais: o professor e a turma de alunos. Conforme discutido pela TAR, cada ator é, em si mesmo, uma rede, e cada rede é um ator. Quão profunda e extensa é a caracterização de um ator-rede depende dos interesses e objetivos de uma pesquisa.

Primeiramente, o professor atua, ao longo da unidade didática, como um representante da instituição, que planejou a disciplina para combater a evasão e fomentar a identidade docente dos professores em formação, além de promover engajamento e aprendizagem conceitual. Ademais, o docente, como membro de um grupo de pesquisa, traz preocupações sobre a pós-verdade e o negacionismo científico. Foi **delegado** a ele, portanto, a função de cumprir o programa de ação da rede. Essa **delegação** se deu entre humanos e o professor representa os interesses e anseios dessa rede (Callon, 1984). Nesse sentido, ele mesmo **traduz** os programas de ação originais concebidos pelos dois grupos (instituição e grupo de pesquisa). Essa **tradução** é, portanto, também, resultado de uma interferência entre os planos da instituição e do grupo de pesquisa. Cabe ao professor delegado promover uma **performance** que dê conta e concilie os planos e interesses propostos, conforme representamos na Figura 2.

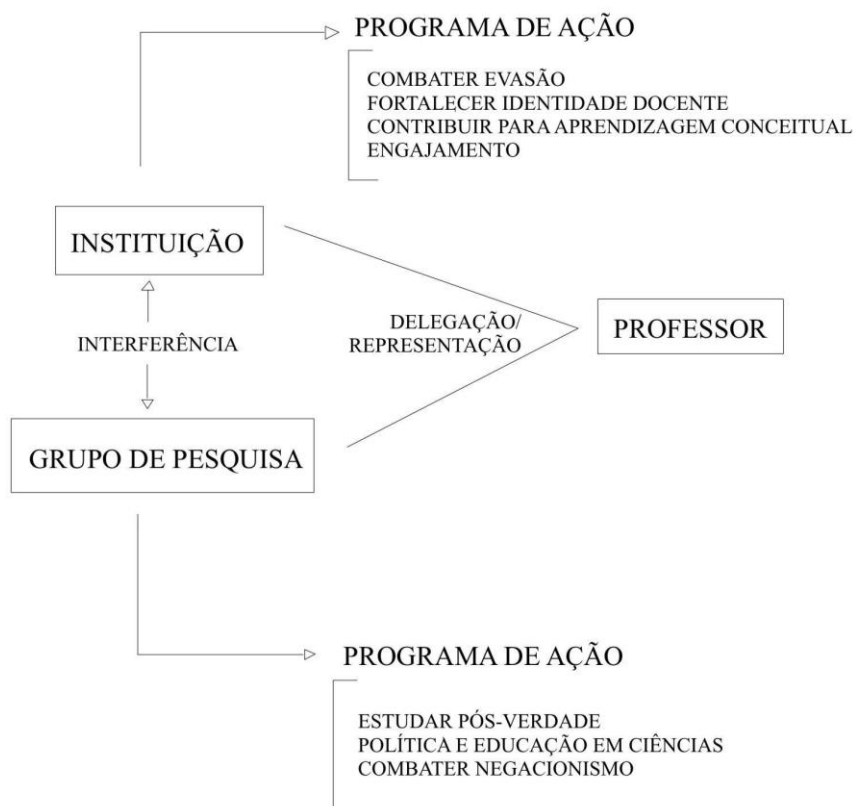


Figura 2 – Processos de mediação associados à atuação do professor na disciplina.

A turma, por outro lado, é uma rede de 13 alunos. Cada aluno, em algum momento, pode participar como um ator isolado (e.g., quando responde um questionário individual ou opina em uma discussão), ou

pode representar uma sub-rede (e.g., quando fala em nome de um grupo de alunos em uma atividade) ou, ainda, pode representar a turma como um todo (e.g., como em debates, quando um estudante fala algo com que todos concordam). Ademais, esses alunos também podem ser considerados membros de outras redes (suas famílias, comunidades, entidades religiosas). Entretanto, o que nos interessa – do ponto de vista etnográfico – é caracterizar esse grupo como um coletivo, uma rede estável. Isto é, apesar de estarem se conhecendo há pouco tempo ao ingressarem no curso de graduação, esses alunos formam uma rede na medida em que compartilham práticas, concepções e valores comuns. Foi observado, a partir dos questionários iniciais¹¹ e dos relatos feitos pelos estudantes na discussão final¹², que a turma compartilhava a experiência comum de um ensino de Física majoritariamente expositivo, com discussões afastadas de questões políticas, voltada para resolução de exercícios e reprodução de experimentos. Expressões ilustrativas dessa percepção foram: “aulas tradicionais”, “teórica”, “aulas expositivas”. Em relação às avaliações, em geral, os alunos relataram serem realizadas por meio de provas. Poucos mencionaram relatórios de experimentos.

Sobre o papel da Física na educação básica, as respostas indicavam uma percepção dos estudantes sobre a potencialidade dessa área na descrição do mundo, bem como seu impacto no desenvolvimento da abstração e do pensamento crítico. Nessa direção, outro aspecto relevante foi a percepção compartilhada da importância da Física para aspectos mais relacionados ao indivíduo do que ao coletivo, de modo que o ensino-aprendizagem de Física pode ser associado a uma formação de cidadãos individualmente responsáveis (Rosa, Lima, & Cavalcanti, 2023) - isso é, a aprendizagem de conteúdos de Física contribui para o indivíduo na medida em que o permite fazer escolhas que impactam no dia a dia de sua vida pessoal. Outras formas de pensar o ensino-aprendizagem de ciências na formação para a cidadania poderiam estar associadas à formação de cidadãos participativos, que tendo o conhecimento científico buscam solucionar problemas na comunidade em que vivem, ou de cidadãos orientados para a justiça social, que conhecendo as ciências buscam superar as desigualdades sociais e as formas de opressão. Algumas respostas no questionário foram ilustrativas dessa percepção, como: “saber a temperatura para cozinhar”, “conhecimentos aplicados na vida real”, “como o de uma alavanca”, “calcular coisas simples como velocidade”, “resolver problemas simples do cotidiano”.

Essas percepções não contemplam, para essa rede, a associação da Física e do ensino de Física a aspectos políticos contemporâneos, e privilegiam a relação da Física com a dimensão individual dos alunos. Dessa forma, embora os graduandos estivessem se conhecendo há pouco tempo, havia uma experiência e concepção comuns com relação ao ensino de Física – o que subsidiava a possibilidade de estudar essa comunidade como uma rede. Uma representação da rede formada pela turma está na Figura 3.

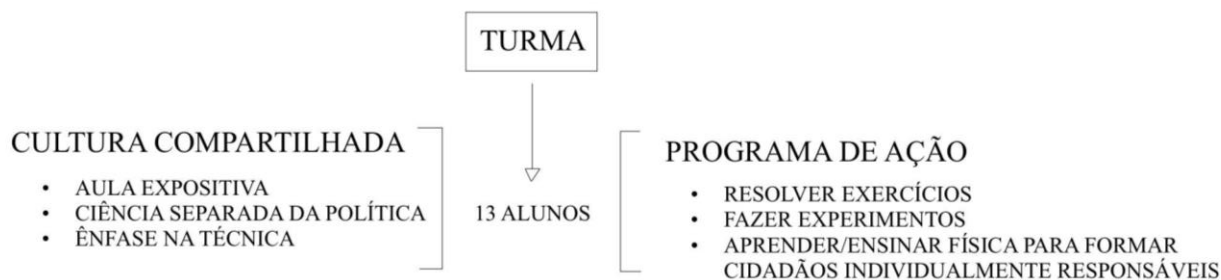


Figura 3 – Rede formada pela turma investigada.

Conforme mencionado, o professor apresenta um programa de ação com o objetivo de discutir aspectos sociais e cosmopolíticos da ciência, portanto, coletivos. Desse modo, existe uma tensão entre os programas de ação originais de cada ator (do professor e o dos alunos). A turma não tem a concepção de ciência e de relação entre ciência e sociedade do docente. Por sua vez, o docente representa valores e programas de ação não esperados pela turma. O encontro desses dois atores e seus programas de ação é

¹¹ Disponíveis no Anexo 3. Os anexos deste artigo foram depositados em *Harvard Dataverse*.

Acesso: <https://doi.org/10.7910/DVN/K99FQ1>

¹² Disponível no Anexo 5. Os anexos deste artigo foram depositados em *Harvard Dataverse*.

Acesso: <https://doi.org/10.7910/DVN/K99FQ1>

um processo de **interferência**. Uma representação dessa interferência está na Figura 4. Como as performances e programas de ação de todos os atores envolvidos irão mudar ao longo do processo é o que narramos por meio de nossas análises.



Figura 4 – Representação do processo de interferência.

Uma composição para medir o mundo

A partir da análise dos diários de classe foi possível identificar que ao longo das aulas, além da interferência, outros tipos de mediação foram se tornando evidentes no contexto da disciplina. No segundo encontro, por exemplo, é possível destacar um processo de mediação do tipo **composição** quando os alunos mobilizaram diferentes tipos de ferramentas (trena, caderno, celular, caneta, quadros) na resolução de um problema (medir a altura do prédio), através das quais eles propuseram um plano de ação que não seria possível sem a utilização de tais ferramentas. Essas relações estão representadas na Figura 5.

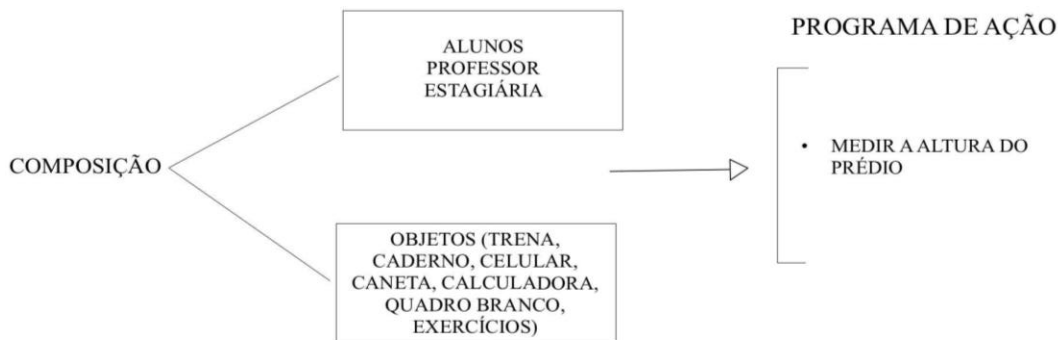


Figura 5 – Representação do processo de composição.

Outras formas de composição também ocorreram nas aulas subsequentes – aulas 3 e 4 – em que a turma se dedicou à resolução de exercícios. Nessas situações, outros objetos atuaram no processo de composição: a calculadora, no auxílio das operações matemáticas; os quadros brancos pequenos, que os grupos utilizavam para esboçar suas ideias, chegar a respostas e socializar com toda a turma; além das próprias listas de exercícios, por meio das quais eles mobilizaram conhecimentos matemáticos e físicos na resolução de problemas. Essas mediações também estão representadas na figura 5.

Ainda na aula 3, um novo tipo de mediação foi identificado: o **entrelaçamento de espaço-tempo**. Ao utilizar um texto que abordava o processo histórico de construção do conhecimento científico acerca do formato da Terra, pode-se dizer que o professor abriu uma caixa preta. Os alunos aprenderam ao longo de toda sua vida que a Terra seria redonda, mas desconheciam como a ciência havia chegado a esse

conhecimento. Ao trazer tais reflexões, o docente explicitou os atores envolvidos, os experimentos realizados (as medidas de Eratóstenes), as controvérsias (os modelos terraplanistas antigos), séculos de conhecimentos que foram construídos e levaram ao modelo da Terra redonda. Esta forma de mediação, bem como os atores envolvidos estão representados na Figura 6.

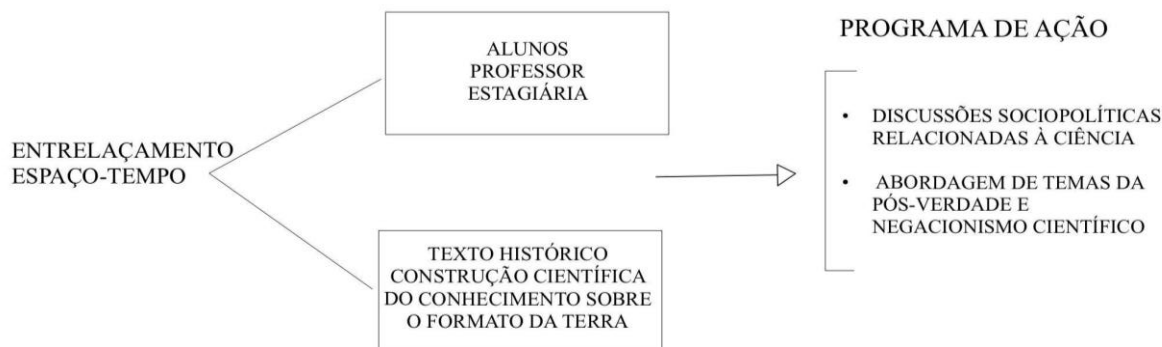


Figura 6 – Representação do processo de entrelaçamento espaço-tempo.

Desse modo, diferentes atores foram explicitados em uma rede que sustenta tal conhecimento, rede que depois foi novamente fechada em uma caixa preta (modelo Terra redonda) quando os alunos passaram à resolução de questões de cálculos trigonométricos que, por sua vez, partiam da premissa de que a Terra é redonda.

Uma composição de discursos

Entre as aulas 3 e 4, um novo ator foi mobilizado e passou a fazer parte do contexto da disciplina: um vídeo. Para investigar o papel desse novo ator como mediador do processo de ensino-aprendizagem, buscamos analisar uma possível complexificação das redes mobilizadas pelos estudantes em seus discursos sobre a ciência e sobre o movimento terraplanista a partir da análise dos questionários iniciais e da tarefa de casa. Para isso mapeamos os diferentes actantes (humanos e não-humanos) mobilizados pelos estudantes, pois segundo a perspectiva teórica da Teoria Ator-Rede de Bruno Latour, a extensão de uma rede – ou seja, o número de actantes mobilizados por ela – é um indicativo da estabilização de uma proposição, de modo que quanto mais actantes são mobilizados em uma rede, mais complexa, estável e real ela se torna (Latour, 2001).

A metodologia utilizada centrou-se na Análise de Redes Sociais que, segundo Venturini, Munk e Jacomy (2019), pode ser associada à Teoria Ator-Rede se levarmos em conta algumas limitações teóricas entre ambas. Os autores destacam, por exemplo, que a existência de simplificações representacionais não permite abranger todos os tipos de mediações que podem ocorrer em um coletivo. Outra limitação está associada a equivalência matemática dos componentes da rede, que dificulta o mapeamento de diferentes tipos de interações em uma mesma rede. Ademais, é preciso considerar que a própria definição de “nós” e “redes” é distinta nas duas teorias, pois, enquanto na Teoria Ator-Rede cada actante é em si mesmo uma rede e cada rede é também um actante - existindo uma reversibilidade de papéis -, na matemática, redes e nós são essencialmente diferentes, uma vez que são calculados de formas distintas e definidos por diferentes propriedades.

Desta forma, ao transladar essa metodologia de pesquisa para o contexto da Educação em Ciências é importante considerar que não será possível compreender todas as nuances envolvidas nas interações entre os estudantes e actantes por eles mobilizados. E, ainda que alguns actantes sejam mais centrais a rede formada pela turma, todos os actantes serão equivalentes para um mesmo estudante - de modo que não seremos capazes de diferenciar quais actantes são mais importantes na rede de cada aluno. Por fim, é necessário ter em vista que cada nó que compõe a rede (ou seja, cada estudante e argumento mobilizado) é ao mesmo tempo uma rede que mobiliza outros actantes. Na Educação em Ciências outros estudos já utilizaram esta metodologia na análise de livros didáticos (Rosa, 2022) e legislações educacionais (Antunes

Jr, Cavalcanti, & Ostermann, 2021), no mapeamento da literatura em Ciência Tecnologia e Sociedade (Böck, 2015) e na compreensão das redes de conhecimento de estudantes (Teixeira, 2011).

No presente estudo, a Análise de Redes Sociais foi realizada a partir do mapeamento de argumentos utilizados pelos estudantes no questionário inicial em contraposição aos argumentos mobilizados na tarefa do vídeo. Utilizando o software de código aberto Gephi 0.10.1 foi possível elaborar 4 diferentes redes, 2 relacionadas ao modelo Terra-globo e 2 relacionadas ao terraplanismo. Nesse modelo de análise gráfica os nós representam os actantes da rede (sendo eles humanos ou não-humanos) e as arestas representam as relações entre os diferentes nós. A partir das interações entre os nós, uma medida de centralidade de determinado actante na rede é definido como grau, que representa a quantidade de ligações diretas de cada nó que compõem a rede. Ademais, a própria disposição espacial dos nós, que foi dada pelo modelo de visualização ForceAtlas2, indica quais actantes possuem mais conexões em comum (resultando numa atração e localizando-os próximos uns aos outros) e quais actantes possuem menos conexões em comum (resultando em uma repulsão e distanciando-os uns dos outros). As figuras 7, 8, 9 e 10 trazem o resultado das análises gráficas.

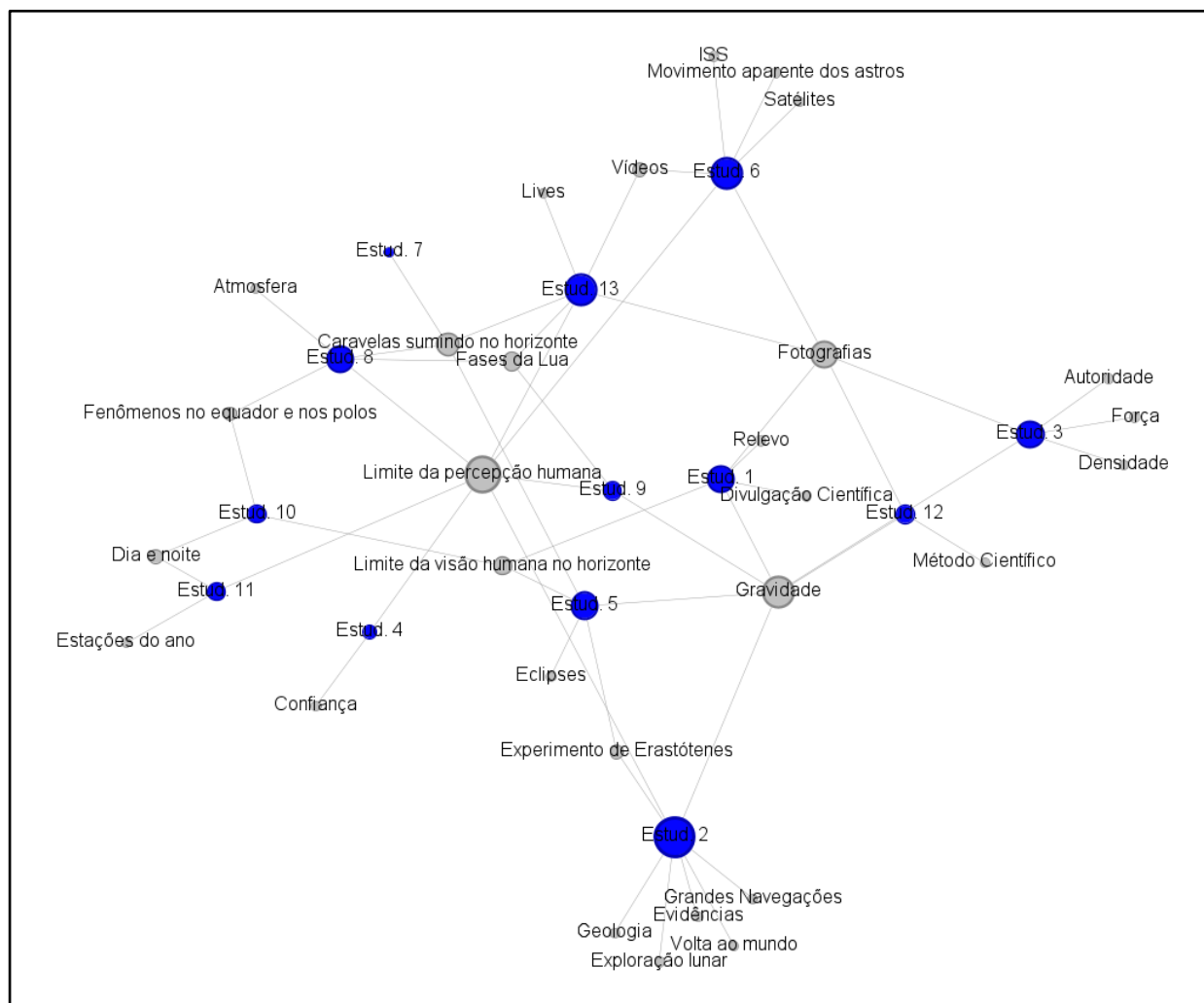


Figura 7 – Rede de actantes mobilizados pela turma no questionário inicial em discursos sobre ciência e associados ao modelo Terra-globo.

A Figura 7 representa a primeira rede formada pelos estudantes em relação ao modelo Terra-globo, possui 42 nós, sendo 13 estudantes e 29 argumentos, e 56 arestas que relacionam os estudantes aos actantes mobilizados. A rede possui como conceito central o nó “limite da percepção humana”, que apresenta grau 7 e indica que os estudantes justificaram a impossibilidade de perceber o formato correto da Terra a uma limitação da própria percepção do ser humano devido às dimensões do planeta. Na sequência, a gravidade, que apresenta grau 6, foi utilizada para justificar o formato redondo e, também, as fotografias que se tem do planeta, com grau 5. Além disso, a observação de como os barcos e “caravelas desaparecem no horizonte”

foi mobilizada como forma de justificar o modelo de Terra-redonda (grau 4) e diversos fenômenos astronômicos também foram mobilizados, como as fases da lua (grau 3), o dia e a noite (grau 2), os eclipses (grau 1), o movimento aparente dos astros (grau 1) e as estações do ano (grau 1).

A Figura 8, por outro lado, consiste na rede de actantes mobilizados pelos estudantes na tarefa de casa, no que diz respeito ao modelo de Terra-Globo, que conta com 135 nós, divididos entre 13 Estudantes e 122 conceitos, e 185 arestas que representam as mobilizações de actantes pelos estudantes. Como conceito central dessa nova rede aparece a “experimentação”, que apresenta grau 7, e é fortemente associada pelos estudantes ao modelo de Terra-globo e a própria concepção de ciência. A Gravidade (grau 6) e Limite da percepção humana (grau 6) permaneceram fortes em suas explicações, mas novos elementos foram mobilizados: vídeos (grau 5), curvatura (grau 4), métodos científicos (grau 4), observações (grau 3), modelos (grau 3), questionamentos (grau 2), trigonometria (grau 2), pesquisa (grau 2).

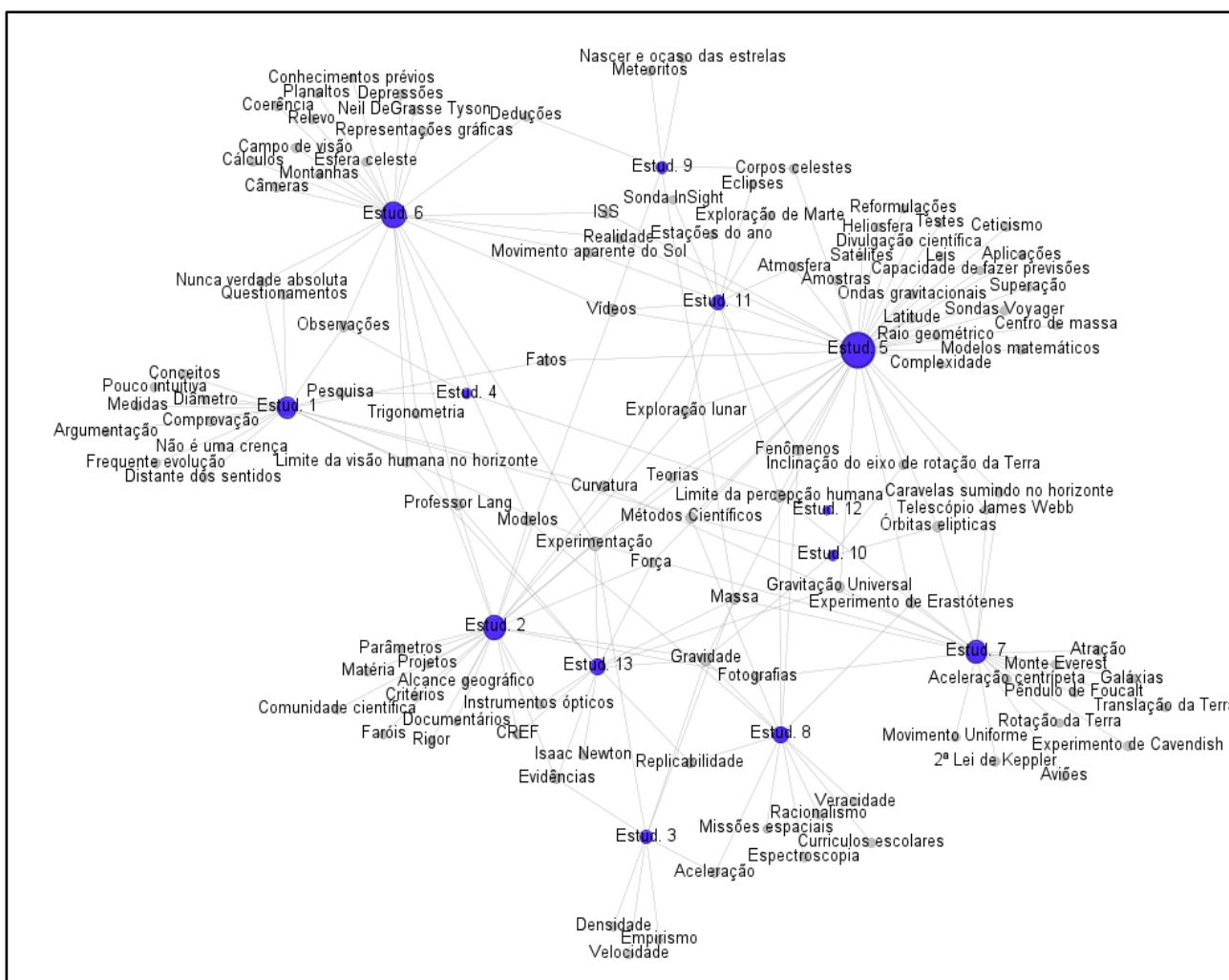


Figura 8 – Rede de actantes mobilizados pela turma após o vídeo em discursos sobre ciência e associados ao modelo Terra-globo.

Assim como o grau representa o número de vezes que um actante é mobilizado, o grau de um estudante representa o número de mobilizações que ele faz. Dessa forma, a comparação entre os graus de cada estudante nas diferentes redes pode ser um indicio de como seus discursos podem ter sido complexificados (ou não) após a tarefa. O Quadro 2 consiste em uma comparação entre os graus de cada estudante em relação ao modelo Terra-globo.

Quadro 2 – Comparação do número de conexões feitas (grau) por cada estudante no questionário inicial e na tarefa analisada em relação ao modelo Terra-globo.

Estudante	Grau referente ao questionário	Grau referente à tarefa
1	5	18
2	8	23
3	5	8
4	2	3
5	5	39
6	6	25
7	1	21
8	5	13
9	3	6
10	3	4
11	3	10
12	3	1
13	6	12

Fonte: os autores.

Para avaliar se há diferença estatisticamente significativa entre os dois casos - isto é, entre número de actantes mobilizados pelos estudantes em relação ao modelo Terra-globo no questionário inicial e no número de actantes mobilizados pelos estudantes após o vídeo - realizamos o teste de Wilcoxon (adequado para distribuições não-paramétricas), o qual retornou $p = 0.0033$, o que nos indica que há uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 1%.

A Figura 9, por sua vez, consiste na primeira rede formada pela turma em relação ao movimento terraplanista e contou com 42 nós, sendo 13 deles estudantes e 29 argumentos, e 58 arestas. Nesse primeiro momento o movimento terraplanista era fortemente associado a teorias da conspiração, com o actante “conspiracionismo” sendo o conceito central da rede, com grau 7. Os estudantes também relacionaram o movimento terraplanista a percepção do “horizonte reto” (grau 6), a falta de conhecimento, representada pelo actante “ignorância” (grau 5), a desinformação (grau 5) e a uma concepção empirista do mundo, representada pelo actante “empirismo” (grau 4).

Enquanto a Figura 10 consiste na rede de actantes mobilizados pela turma em relação ao movimento terraplanista após a tarefa do vídeo. Essa rede contou com 42 nós, sendo 13 deles estudantes e 29 argumentos, e 57 arestas. Após a mediação do vídeo novos actantes passaram a ser mobilizados, como o negacionismo científico (grau 7) e a influência da religião (grau 6) e de fatores políticos e ideológicos. Essa mudança nos aspectos centrais da rede pode representar uma mudança na percepção dos estudantes, que agora percebem que o movimento terraplanista não é apenas uma falta de acesso à informação ou ao conhecimento, mas uma própria negação da ciência.

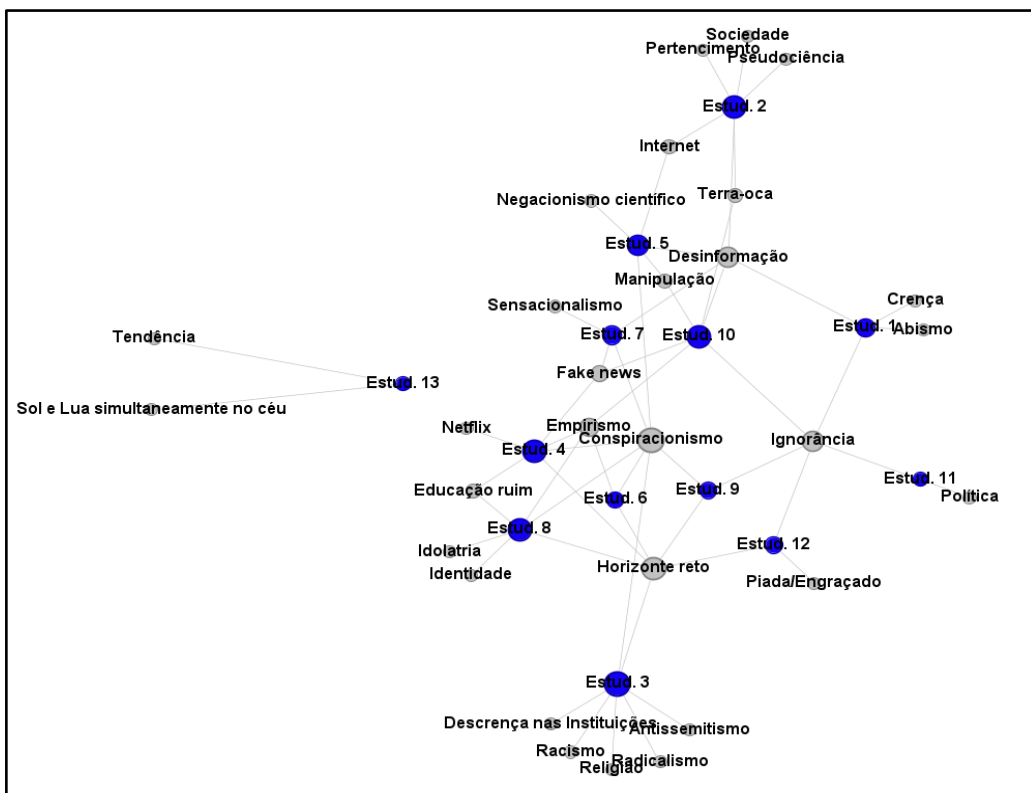


Figura 9 – Rede de actantes mobilizados pela turma no questionário inicial em discursos sobre o movimento terraplanista.

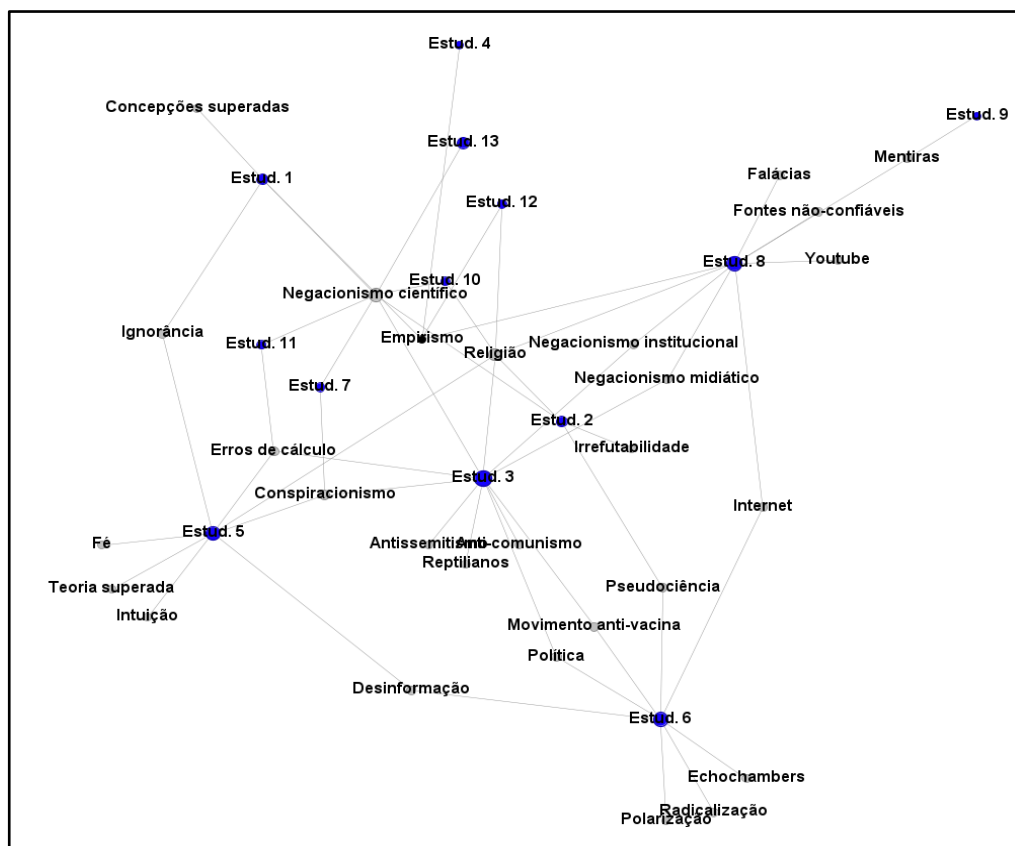


Figura 10 – Rede de actantes mobilizados pela turma após o vídeo em discursos sobre o movimento terraplanista.

Da mesma forma que comparamos os graus de cada estudante para o modelo Terra-globo, no Quadro 3 trazemos uma comparação entre os graus de cada estudante em relação ao terraplanismo.

Quadro 3 – Comparação do número de conexões feitas (grau) por cada estudante no questionário inicial e na tarefa analisada em relação ao terraplanismo.

Estudante	Grau referente ao questionário	Grau referente à tarefa
1	4	5
2	6	4
3	7	11
4	6	1
5	5	8
6	3	8
7	4	2
8	6	9
9	3	1
10	6	2
11	2	2
12	3	2
13	2	5

Fonte: os autores.

Realizamos também o teste de Wilcoxon para esse caso, o qual retornou não haver diferença estatisticamente significativa entre as duas séries de dados. Desta forma, podemos afirmar que houve uma complexificação dos discursos dos estudantes em relação ao modelo Terra-globo (pois houve diferença estatisticamente significativa), mas não houve complexificação em relação ao modelo Terra-plana. Como objeto de estudos futuros, podemos avaliar por que os estudantes ampliaram suas concepções a respeito de um modelo, mas não a respeito do outro. Sem um estudo aprofundado não somos capazes de afirmar com certeza o que ocorreu, mas podemos levantar algumas hipóteses. Talvez o modelo Terra-globo seja mais consistente e, portanto, fez mais sentido para os estudantes, permitindo que eles mobilizassem mais argumentos. Outra possível explicação estaria associada a quanto os estudantes foram capazes de levar a sério o modelo de Terra-plana, pois, já sabendo que esse modelo não é condizente com a explicação científica, os estudantes talvez não tenham prestado tanta atenção ou dado tanta importância aos argumentos associados ao terraplanismo. Desta forma, para estudos futuros devemos, também, ter mais cuidado na problematização de assuntos em que o posicionamento científico já parece óbvio, pois pode influenciar os estudantes a não dedicar muita atenção ao posicionamento dito não-científico.

Em termos das mediações é possível identificar a ocorrência do processo de **composição** dos estudantes com o vídeo, uma vez que, agora, passaram a mobilizar argumentos que, de forma isolada, não foram explicitados, mas que com a mediação do vídeo se tornaram presentes.

Contudo, conforme é possível perceber pelas Figuras 7 e 8, os atores mobilizados pelos estudantes nos discursos sobre ciência se restringem a atores humanos e não-humanos de *dimensão científica* ou *epistêmica* – uma vez que são mobilizados conceitos científicos (massa, gravidade, força, etc), cientistas

(como o professor Fernando Lang¹³) e elementos como teorias, fenômenos, modelos, etc. Alguns trechos exemplares referentes à tarefa do vídeo estão destacados abaixo.

Estudante 1: “[...] para a concepção do cientista [terra-globo], antes foi preciso saber diversos outros conceitos, para chegar em uma medida de diâmetro, comprovar que a Terra tem curvatura, ou seja, não é algo muito intuitivo.”

Estudante 2: “a ciência para ser realizada precisa de parâmetros, critérios, evidências e experimentos para ser aceita uma teoria, não é qualquer palpite que pode ser aceito como ciência, por isso o terraplanismo não pode ser aceito como um modelo científico.”

Estudante 2: “parafrazeando novamente o professor Lang: “Se a Terra fosse plana não teria sentido a construção de faróis em torres com dezenas ou centenas de metros acima do nível do mar. Bastaria uma torre elevada o suficiente para ficar acima do nível do mar agitado (isto é apenas poucos metros)”.

Estudante 8: “O método científico se provou útil várias vezes na prática, e não apenas na teoria. A exemplo de missões espaciais em um modelo de globo heliocêntrico.”

Estudante 7: Temos essa informação [de que todos os corpos regidos pela gravidade tendem a ter o formato esférico] a partir da lei da gravitação universal, que diz que todos os corpos que possuem massa sofrem atração entre si, e, juntando com a 2ª lei de Kepler, temos que os planetas só descrevem órbitas circulares ao redor do Sol se estiverem sujeitos a um movimento uniforme junto com uma aceleração centrípeta.

Por outro lado, quando olhamos para as Figuras 9 e 10, ou seja, para os atores mobilizados no discurso sobre o movimento terraplanista, é possível identificar o predomínio de atores de *dimensão social* – incluindo religião e política, por exemplo, como nos trechos da Tarefa 2 destacados abaixo.

Estudante 7: Grande parte dos terraplanistas defendem uma visão empírica do mundo, e se recusam a olhar para evidências que estão bem na frente deles pois contradiz muita coisa em que eles acreditam, como o criacionismo.

Estudante 4: [os argumentos terraplanistas são baseados em] achismos, deduções e simples (rápidas) observações sem estudos.

Estudante 3: “a vasta maioria das pessoas que acreditam em uma teoria conspiratória e anti-ciência, está mais propícia a interagir com pessoas com interesses desse tipo, além de ter menos confiança em fontes acadêmicas, fontes midiáticas e entidades governamentais. Além disso, muitas dessas crenças científicas acabam se entrelaçando com crenças políticas (como pode ser observado com os movimentos anti-vacina) e com crenças religiosas (como o debate sobre o Big Bang e teoria da evolução vistos no vídeo). Por causa disso, muitas vezes um debate que se espera ser científico pode na verdade resultar em um debate travado em linhas políticas e religiosas. “Eles não são terraplanistas porque eles acreditam que a Terra é plana, eles são terraplanista porque se a Terra for plana, isso vai validar as suas outras crenças” – Dan Olson, documentário ‘In Search Of A Flat Earth’ Quando se for debater com alguém que a Terra é plana, não espere que o assunto fique nisso. Esteja preparado para conversar sobre vacinas, reptilianos, judeus e comunismo. Atacar a Terra plana para muitos é atacar seu livro sagrado, sua religião, ou sua cultura, mas é importante lembra-los que ser religioso não significa ser contra a ciência.

Estudante 12: Contestam a teoria da evolução “como o homem veio do macaco?” - Tem uma influência religiosa muito grande.

Estudante 5: “[...] aqui começa a se misturar religião com ciência. Trazer conceitos teológicos para um debate científico por si só já invalida o argumento, visto que, conceitos religiosos são baseados em fé e não em método científico.”

¹³ Fernando Lang da Silveira é um professor de física brasileiro conhecido por trabalhos de divulgação científica, que possui vídeos e artigos que buscam refutar o movimento terraplanista.

Essas performances indicam que esse vídeo, em especial, não contribuiu para ampliar a compreensão dos estudantes sobre a dimensão social do conhecimento científico. Pelo contrário, os resultados parecem apontar para uma reafirmação da dicotomia entre ciência e sociedade, uma vez que aspectos sociais foram atribuídos ao movimento terraplanista, mas não à ciência.

Tal resultado, ainda que não fosse esperado ou pretendido pelo grupo de pesquisa e pelo docente, condiz com as performances associadas ao processo de **composição**. O vídeo se mostrou uma ferramenta que permitiu que a maioria dos estudantes complexificassem seus discursos em relação à ciência e ao modelo Terra-globo, fazendo com que os alunos mobilizassem um número maior de atores após a atuação do vídeo. Entretanto, a composição não levou a uma mobilização de atores da dimensão social por parte dos alunos ao abordarem a ciência, como esperado pelo professor e pesquisadores. O vídeo também não foi suficiente para ampliar significativamente a concepção dos estudantes sobre o terraplanismo, ainda que tenha favorecido uma compreensão de aspectos que antes não eram explorados. Nesse sentido, ocorreu uma interferência entre o programa de ação dos alunos e do professor. O resultado foi um novo programa de ação que não correspondia totalmente ao esperado previamente pelos alunos e nem ao proposto pelo professor. Isto é, os alunos demonstraram mudanças no modo com que mobilizaram actantes sobre o tema, mas não corresponderam totalmente aos objetivos pedagógicos esperados pelo docente.

A presente análise possibilitou, ainda, identificar que alguns estudantes trouxeram elementos que não se encontravam em suas respostas iniciais (questionários) e que não estavam propriamente presentes no vídeo. Para alguns alunos em especial, os resultados excederam, novamente, as expectativas de performance esperadas por mediações do tipo composição e se aproximaram da mediação do tipo **interferência** – pois os discursos formados pelo encontro de dois atores têm uma performance que não estava prevista nos programas de ações iniciais – e podem ser percebidas nos trechos da Tarefa 2 destacados abaixo.

Estudante 5: “Modelos matemáticos mais modernos ainda consideram diferentes características do formato da terra. Segundo Cruz (2018), do Instituto de Geociências da UFRJ, “Por meio de medições realizadas em diferentes latitudes, foram identificadas diferenças expressivas entre os raios geométricos do planeta.”. O que se pode concluir disso é que, mesmo o modelo esférico regular já está desatualizada desde o século 17. Medir a forma da terra de forma precisa é extremamente complicado e nada trivial.”

Estudante 7: Como que nós, seres tão pequenos, num universo tão imenso, conseguiríamos afirmar algo com tanta certeza? Por exemplo, há alguns meses atrás, o telescópio James Webb tirou fotos de galáxias que estão mais longe do que os modelos atuais permitem, isso não significa que toda nossa concepção estava errada, apenas que não temos uma imagem concreta de tudo. Mas é claro, existem diversos argumentos que provam que a teoria da Terra plana está errada, pois é algo acessível e perto de nós, como o experimento de Eratóstenes.

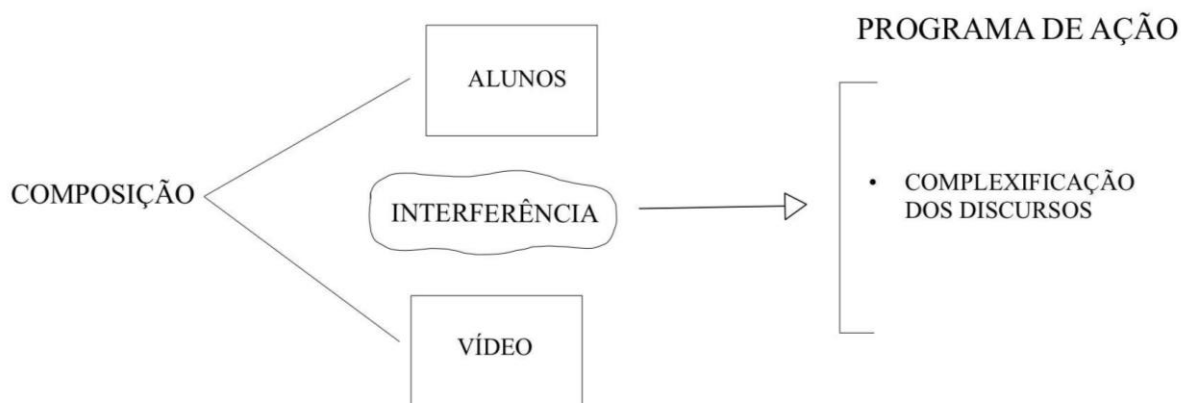


Figura 11 – Representação dos processos de composição e interferência.

De uma forma geral, também foi possível identificar no debate realizado após a tarefa do vídeo, que ocorreu na aula 5 – cuja transcrição está disponível no Anexo 4 – a mobilização dos argumentos que vinham do vídeo exposto e das discussões em aula, de forma que a *performance discursiva* dos estudantes se configurou a partir da composição com o vídeo assistido.

A emergência de um novo ator: professor-turma

Como identificado a partir dos questionários da primeira aula, todos discentes tinham uma experiência compartilhada de uma Física, majoritariamente, tradicional e apartada das questões sociais. A expectativa dos pesquisadores era identificar variações nos discursos frente à experiência proposta. Entretanto, frente a um primeiro questionamento do professor na discussão final, nenhum aluno evocou questões políticas ou sociais, ou a questão da desinformação em suas respostas. Os discentes reforçaram o ensino tradicional que tiveram, e ao falar de qual seria o papel do ensino, reforçaram apenas aspectos epistêmicos (e não políticos), como a relevância de despertar a curiosidade dos estudantes e engajá-los em práticas experimentais. As atividades realizadas, portanto, parecem ter gerado mudanças pouco significativas nas performances discursivas dos estudantes. O professor, então, passou a tensionar essas percepções, retomando o programa de ação inicial da disciplina, conforme indicado no Evento 1 disposto no Quadro 4.

Quadro 4 – Interações do Evento 1.

Turno	Falante	Fala
1	Professor	Todo mundo está batendo nessa tecla de que é importante, no fim, as pessoas saberem ciência ou terem curiosidade sobre a ciência. Mas, por que isso seria importante para a sociedade de uma forma geral? Só pra gente fechar o argumento assim... por que que a gente dá valor... porque podia ser assim né, eu gosto de ciência, mas nem todo mundo é obrigado a gostar de ciência, tem gente que gosta de qualquer coisa e eu não gosto e por que que seria importante que todo mundo que sai da escola gostasse e entendesse um pouco de ciência? O que que daria para levar dessa discussão que a gente fez para esse âmbito maior, por exemplo?
2	Estudante 2	Eu acredito que tipo, o que faz a ciência avançar, seria por exemplo a criação de leis de incentivo à ciência, ou incentivo a educação, verba para as pessoas conseguirem trabalhar com ciência. No momento em que tu tem pessoas que pagam imposto que conhecem ciência, que dão valor para ciência, elas cobram do governo um maior investimento em ciência e também essas pessoas, se uma sociedade tem conhecimento em ciência, os governantes são um reflexo dessa sociedade e vão ter esse consenso de que precisa de investimento para ciência para a gente evoluir como sociedade. Para a gente descobrir, sei lá... como parar o aquecimento global, vai ser através de investimento e esse investimento vai ser dado através de pessoas que tem noção de que a ciência é importante e eu acho que no final de contas esse é o ciclo.
3	Estudante 1	Eu acho que, complementando isso que tu falou, é solucionar os próprios problemas da sociedade né. Porque, querendo ou não, tu vai ter pessoas ali que vão ter todo o embasamento científico para encontrar vários problemas e acabar, por meio desses investimentos, solucionando.
4	Estudante 2	Se a gente não tem um governante que dá valor à ciência, a gente não tem como ter verba e trabalhar com ciência. E a gente tem como colocar governantes que conheçam ciência, fazendo com que mais pessoas tenham conhecimento de ciência e votem em pessoas que sabem que vão investir em ciência. Tipo investir em educação e educação é a base para a ciência.
5	Professor	Tá então, e uma última pergunta só para a gente encerrar: necessariamente um maior investimento em ciência implicaria em uma sociedade melhor? Ou pode ser que mais ciência possa ainda reforçar mais desigualdades sociais?
6	Estudante 1	Depende pra onde tu apontar essa ciência. Porque se tu der todo esse conhecimento para pessoas elitizadas, por exemplo.
7	Estudante 6	Tipo inteligência artificial. Que, tipo, inteligência artificial não tá ajudando ninguém. Só tá tirando o emprego das pessoas, tá ligado?

Turno	Falante	Fala
8	Professor	Então, a gente está apontando que é importante a ciência né, mas então que cuidados então teriam que ter dentro disso que vocês estão colocando? Além do investimento em ciência, o que que seria necessário nesse modelo social que vocês estão propondo?
9	Estudante 3	É que tem que abranger todo mundo, essa é a maior dificuldade. É conseguir alcançar todas as pessoas de todas as classes sociais, para que todas tenham o mesmo nível de conhecimento, a mesma vontade de mudar, o mesmo... sabe? Não digo a mesma visão de mundo, mas a mesma... mas que todos tenham acesso. Eu acho que essa parte é a mais difícil, para só então se desenvolver de forma mais equilibrada.
10	Estudante 1	Eu tenho um exemplo bom sobre essa questão, porque no meu pensamento é uma questão muito difícil de equilibrar né, digamos, se mais ciência significa uma coisa boa ou uma coisa ruim. Teve um físico na época da primeira guerra mundial, que ele foi o primeiro a conseguir isolar o hidrogênio, se não me engano... e... o nitrogênio, desculpa. E esse componente, ele foi muito importante para tu poder utilizar ele como fertilizante, então, a Alemanha na primeira guerra mundial ela tinha grandes fábricas para poder isolar o nitrogênio para o agronegócio, digamos assim, mas esse físico por ele também ser, por ele ter uma visão mais patriótica do país dele, ele decidiu usar esses conhecimentos, esses avanços, para, por exemplo, para a capacidade armamentista na Alemanha na primeira guerra. Então esse mesmo conhecimento de isolar o nitrogênio, ele usou isso para fazer armas. Posteriormente ele foi um dos que conseguiu desenvolver o gás mostarda, por exemplo, apesar de, por exemplo, ele ter sido uma pessoa que ganhou o prêmio Nobel, ele não ficou sendo conhecido pela sociedade acadêmica por causa do uso daquele conhecimento. Então até hoje, por exemplo, a gente tem uma influência na nossa agropecuária, por exemplo, por pontos do descobrimento dele, mas esse conhecimento, assim como o próprio conhecimento da bomba atômica, tem que ser utilizado com muito cuidado.
11	Estudante 4	Eu acho que a segunda guerra exemplifica muito bem também, que nos campos de concentração eles estavam fazendo ciência de certa forma, só que aconteceu o que aconteceu.
12	Estudante 1	É né, os experimentos médicos.

Fonte: os autores.

A partir das provocações do docente (Turno 1), os estudantes passaram a explicitar noções sobre a dimensão política da ciência (Turnos 2 a 4). É interessante notar que eles passam a abordar o que Latour chama de opinião pública e a importância de esta ser favorável para haver investimento em ciência. Deve-se ressaltar que esse argumento nunca havia sido trazido pelo docente ao longo das discussões e nem aparecido entre os próprios estudantes anteriormente.

Diante dessa dimensão social trazida pelos alunos, nota-se uma possível concepção de que a ciência sempre estaria conectada com uma evolução positiva da sociedade. Diante disso, o professor faz um novo questionamento (Turno 5). A partir desse momento, alguns discentes começaram a trazer a importância de se pensar a justiça social junto com a ciência, novamente uma discussão que não foi apresentada pelo docente e que, ainda, não havia aparecido entre os estudantes (Turno 6 e 7). O professor, mais uma vez, aprofundou as tensões trazidas pela turma (Turno 8). Como reação, os alunos começam a argumentar e trazer exemplos sobre a dimensão política da ciência que extrapolavam as discussões originais apresentadas pelo docente: questões de classe social (Turno 9), ciência bélica (Turnos 10 e 11) e experimentos médicos (Turno 12).

Após uma sequência de rodadas de provocações, por meio de perguntas, a turma passou a trazer reflexões sobre justiça social e comprometimento político da ciência, evocando exemplos que não estavam presentes em seus discursos originais. Esse é um caso, portanto, de **interferência** em que as performances apresentadas pela mediação do professor e da turma excedem as performances isoladas originais (figura 12).



Figura 12 – Representação do processo de interferência final entre professor e turma.

Os alunos tinham um repertório sobre a dimensão política da ciência que não era mobilizado de forma espontânea. Esse repertório era independente da própria discussão da disciplina. Por outro lado, frente ao diálogo com o professor, esses repertórios passaram a ser mobilizados. A tecnologia mediadora, deve-se ressaltar, foi a pergunta. Em nenhum momento o docente apresentou na discussão qual era a resposta, ou repreendeu os discentes. Pelo contrário, cada nova fala era usada como ponto de partida para um novo questionamento a fim de explicitar as tensões entre as diferentes concepções. Sendo assim, por meio desse processo de mediação, por meio da pergunta, foi possível obter uma performance discursiva do coletivo professor-turma trazendo reflexões sobre justiça social e aspectos políticos que não eram encontradas nas performances isoladas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS: A TERRA SEGUE SENDO REDONDA

No presente trabalho, apresentamos um estudo empírico sobre um coletivo formado por professor-pesquisador e turma em uma unidade didática que abordou o tema da pós-verdade e, mais especificamente, do terraplanismo. Após coletados os dados, decidiu-se fazer uma interpretação dos registros à luz do conceito de mediação de Bruno Latour. Nosso objetivo era entender como esses processos de mediação transcorreram ao longo das aulas analisadas e como contribuíram para a variação das performances e agências dos sujeitos envolvidos. Para isso, buscamos respostas a duas questões de pesquisa, que compilamos a seguir.

(i) ao longo do processo, quais são os mecanismos de mediação – no sentido atribuído por Latour (2001) - que acontecem no coletivo da sala de aula?

Como poderia se esperar, ao longo de todo processo didático, os quatro tipos de mediação apareceram. Primeiramente, a atuação do docente envolveu uma delegação do grupo de pesquisa e dos interesses institucionais. Além disso, o encontro do professor-pesquisador com a turma envolveu uma interferência, uma vez que os planos de ação originais passaram a ser tensionados em direção de algo novo, que só seria reconhecido ao final do processo. A própria unidade didática abriu uma caixa-preta (o formato da Terra) indicando que essa proposição é sustentada por teorias, experimentos, hipóteses e ferramentas articulados por séculos em diferentes regiões do globo, o que evidenciou o entrelaçamento de espaço-tempo.

Ao longo das aulas, os discentes precisaram mobilizar instrumentos materiais e simbólicos - calculadoras, réguas, equações e teorias - para elaborar conclusões sobre a realidade, inferindo desde a altura de um prédio até o raio da Terra. Essa mediação, de composição, indicou que a performance dos sujeitos se enriqueceu mediante o domínio de instrumentos, o que vai ao encontro das discussões sociointeracionistas propostas por autores como Wertsch (1985; 1991). Essa aproximação não é inesperada, visto que se pode entender a perspectiva vygotskiana como consistente com uma metafísica relacional (Stetsenko, 2008).

Enquanto estudos de orientação vygotskiana enfatizam a ampliação de funções mentais superiores pelo domínio de instrumentos (e.g. memória, capacidade de fazer cálculos, etc), em nosso trabalho, percebemos a extensão da potencialidade da mediação de composição para a realização de tarefas complexas como o posicionamento frente às interrelações epistêmicas e políticas de um dado problema (no

caso, o terraplanismo). Os estudantes produziram discursos mais ricos, atravessando diferentes dimensões acerca do tema ao longo da unidade didática.

O uso de perguntas do docente, instrumento simbólico mobilizado no debate da unidade, proporcionou o encontro do docente com os discentes, o que gerou um novo processo de interferência, em que a concepção sobre ciência ganhou complexidade e amplitude, ultrapassando os conceitos que haviam sido apresentados pelo docente em sala aula.

(ii) Como os diferentes tipos de mediação alteram as performances discursivas dos estudantes e do professor sobre o papel do ensino de física/ciências na educação básica?

Dentre as quatro formas de mediação, há uma preponderância da mediação por composição e interferência no sentido de alterar as performances dos membros do coletivo. A adoção de instrumentos materiais e simbólicos fez com que os alunos pudessem entrar na discussão sobre raio e formato da Terra, o que não era possível, ou pelo menos seria muito mais frágil sem o domínio desses instrumentos semióticos. O mesmo aconteceu com o uso de um vídeo que trazia argumentos sobre o terraplanismo. A partir dele, os alunos conseguiram mobilizar discursos mais ricos e complexos. Por outro lado, sem a presença imediata do vídeo e das discussões do docente, os discentes resgataram discursos originais. Isto é, o encontro com materiais e discursos diversos de forma pontual não é suficiente para promover uma mudança de performance duradoura.

O resultado mais surpreendente é a articulação de argumentos políticos e epistêmicos nos discursos dos alunos, que não estavam presentes em seus discursos originais e não foram apresentados explicitamente pelo docente ou pelos materiais utilizados, após uma sequência de questionamentos feitos pelo docente. Isto é, quando o professor se colocou em uma posição questionadora, a fim de tensionar o debate, os discentes produziram discursos mais sofisticados e com mais elementos do que o conjunto de argumentos originais, tanto da turma quanto do professor. Assim, indicamos um efetivo processo de interferência, em que a performance final não foi a soma das performances originais. Ressaltamos que não se tratam de reflexões que os alunos fizeram após a aula e aumentaram suas performances. A existência da pergunta levou a mudanças na performance do estudante, fazendo que ele mobilizasse argumentos não articulados antes e que não foram trazidos pelo professor. Assim, a pergunta ampliou oportunidades de reflexividade epistêmico-política do coletivo professor-turma.

Identificamos um paralelo entre o que encontramos na sala de aula e a discussão feita de Wertsch (1991) e Pereira *et al.* (2009). A pergunta é um elemento importante capaz de modificar as formas de ação do novo ator professor-turma. A criança sozinha não lembrava onde estava o brinquedo e o pai não sabia, mas após a pergunta a memória passou a existir (Wertsch, 1991), e o parceiro “mais capaz” respondeu melhor após o questionamento do parceiro “menos capaz” (Pereira *et al.*, 2009). De forma similar, as novas performances apresentadas pela turma somente foram possíveis a partir dos questionamentos do docente. Mais do que isso, as falas apresentadas pelos alunos não eram as falas do docente, de forma que extrapolaram a proposta original.

Na literatura da área de Educação em Ciências, há uma ampla produção sobre o papel da pergunta na aprendizagem, especialmente estudos que exploram interações discursivas em sala de aula e argumentação. O presente estudo corrobora com conhecimentos que a área tem construído nessa direção, no que se refere à relevância de uma postura questionadora docente em suas interações em sala aula (Santana & Sedano, 2023), com questões situadas no plano social da turma, favorecendo construções coletivas (Chin, 2007), e entendidas como instrumento dialógico com propósitos didáticos específicos (Machado & Sasseron, 2012). Apesar das aproximações com tais estudos, não encontramos pesquisas que enfatizam o papel da pergunta ou de interações no contexto de temáticas relacionadas à pós-verdade na formação de professores.

Assim, nossa pesquisa agrega às indicações do campo, na medida em que analisa situações em que os alunos estavam diante de um tema sociocientífico do contexto de negacionismo, nas quais argumentos epistêmicos e políticos foram mobilizados. A pergunta, então, é entendida como elemento promotor da modificação das performances originais para o ator professor-turma em aulas voltadas para a discussão do contexto da pós-verdade, uma vez que foram mobilizados argumentos mais complexos e antes não apresentados do que se as perguntas não fossem realizadas. Nesse sentido, nosso estudo dialoga com a pesquisa de Kelles (2023), desenvolvida em contexto da Educação Básica. O estudo apresenta análises de interações nas quais estudantes do Ensino Médio discutem temáticas como aquecimento global e vacinas, o

que o aproxima de nossa pesquisa. Seus resultados evidenciam o papel das perguntas do professor nas discussões com a turma, que buscavam: desafiar argumentos de autoridade, direcionar a reflexão dos alunos para uma análise do que era veiculado por teorias da conspiração ou desinformação, além de estimular práticas de avaliação de argumentos.

Em nosso estudo, apesar de não categorizarmos a intencionalidade das perguntas do docente, observamos aproximações relevantes com os resultados de Kelles (2023). Em ambos os casos, as questões do professor promoveram consequências similares entre os estudantes, em discussões acerca de temas da pós-verdade: posições de estudantes que explicitavam a dimensão política da ciência, bem como uma percepção mais complexa de ciência, capaz de ir além do empreendimento científico como sinônimo de evolução social.

Assim, reiteramos a potencialidade da aula dialogada. Se o docente tivesse privilegiado, em sua aula, a ação de ficar afirmando qual era a sua visão sobre o assunto, no máximo, os alunos se aproximariam da visão do professor. Por meio do questionamento, enquanto recurso mediacional, por outro lado, os discursos mobilizados ultrapassaram as próprias discussões apresentadas pelo docente. Os dados apresentados aqui indicam que a noção de que um ensino reflexivo, pautado no questionamento construtivo, é um caminho potente de formação de conhecimento de posicionamento sobre o mundo, o que vai ao encontro da noção defendida por Freire (2014) em sua proposta de uma pedagogia da pergunta.

Outro aspecto caro às pesquisas no campo de Educação em Ciências é o papel do professor nos processos pedagógicos. Primeiramente, foi importante a estruturação da unidade feita pelo docente para tensionar a turma ao longo do processo. Mais do que isso, foi necessária a atuação do docente a todo momento, trazendo o debate de volta para o campo de interesse, de forma a garantir que os estudantes pudessem avançar em sua compreensão e aprofundar o seu discurso. Essa conclusão é importante porque vai de encontro a discursos que circulam no meio educacional, tendendo a colocar o professor como um coadjuvante do processo pedagógico. Os estudantes precisam sim trabalhar de forma ativa na sala de aula, mas o professor também exerce protagonismo na medida em que dá suporte ao trabalho em torno das atividades propostas. Nesse sentido, nossos dados corroboram a defesa do professor enquanto um intelectual crítico (Contreras 2012; Souza, Rezende, & Ostermann, 2016), construtor de conhecimento.

Além disso, cabe ressaltar que não se pode esperar que os resultados de tais processos pedagógicos sejam lineares e progressivos ao longo da trajetória dos alunos. Assim como apresentado por nossos dados, o professor teve que, constantemente, instigar as reflexões por parte dos alunos. Na prática da sala de aula, o que será mobilizado pela turma não depende apenas dos objetivos do professor e nem mesmo apenas dos instrumentos por ele utilizados. Foi evidente o papel de diferentes atores não-humanos neste processo - vídeo, texto histórico, discussões, perguntas, calculadoras, práticas, cálculos - deixando explícito aos professores em formação que cada estratégia assume diferentes papéis na mobilização da turma e que os resultados esperados nem sempre vão corresponder ao que o docente almeja. No nosso caso, o vídeo não foi capaz de mobilizar os alunos em todos os aspectos pretendidos pelo professor, assim como outros elementos que são corriqueiros dentro de uma sala de aula, como o uso de quadro branco, texto ou calculadora demonstraram papéis relevantes na mediação que acontecia em sala. Desse modo, tais dados indicam aos professores em formação apontamentos que podem auxiliá-los a refletir sobre os diferentes elementos que podem utilizar em sala de aula e sobre seu papel diverso em diferentes contextos e temáticas, considerando a complexidade das mediações aqui discutidas.

A transposição dos Estudos das Ciências de Bruno Latour para o contexto da Educação em Ciências é amplamente utilizada e discutida como referencial teórico-metodológico pela literatura da área (Queiroz, 2010; Coutinho, Goulart, Munford, & Ribeiro, 2014; Coutinho, Lobo, Freitas, Viana, & von Linsingen, 2022; Lima, Ostaermann, & Cavalcanti, 2018; Lima, Vazata, Moraes, Ostermann, & Cavalcanti, 2019; Silva, Calefi, & Coutinho, 2018), inclusive para tratar da discussão de questões sociocientíficas em sala de aula (Gois, Lima, & Moraes, 2024). No contexto do presente estudo, pensar os processos educacionais a partir da lente das mediações de Latour nos permitiu identificar como as diferentes mediações envolvendo atores humanos e não-humanos foram capazes de promover mudanças nas performances dos coletivos turma e turma-professor. Desta forma, foi possível diferenciar os papéis assumidos por humanos e não-humanos (como vídeos, textos e instrumentos de medida) no processo educacional e, sobretudo, identificar o papel da pergunta como um elemento importante da mudança de performances, o que corrobora a ideia de que o questionamento pode aumentar a agência dos sujeitos (e não somente a apresentação de conteúdos). Embora isso fosse identificado em discussões sobre aprendizagem de conceitos (Pereira *et al.*, 2009), o presente estudo explicita que isso também é relevante em uma proposta sociocientífica. Contudo, ao avaliar

a prática educacional a partir dos processos de mediação, foi necessário renunciar a aspectos específicos e individuais de cada estudante em troca de atitudes e percepções compartilhadas entre a turma. Esse processo de homogeneização permite caracterizar a turma como um coletivo, mas apaga características individuais que podem ser cruciais no processo de ensino-aprendizagem. Assim, existe uma tensão entre buscar generalidade ou ganhar especificidade em qualquer estudo empírico e cabe aos pesquisadores a escolha subjetiva sobre a granularidade da investigação (isto é, o quanto de especificidade estão dispostos a abdicar a fim de obter uma maior generalidade nos dados).

A partir dos resultados construídos, podemos indicar algumas considerações sobre a formação de professores no contexto da pós-verdade. Primeiramente, os conceitos científicos e os instrumentos semióticos típicos do ensino formal parecem provocar um aumento de complexidade nos discursos dos sujeitos sobre o tema proposto e, portanto, potencializar sua autonomia sobre os temas abordados. Investigações futuras devem ser realizadas para determinar se a aprendizagem de conceitos formais impacta na tomada de decisão sobre temas sociopolíticos.

Em princípio, considerando a complexificação dos discursos após a aprendizagem formal, há indícios de que a formação científica deve intensificar suas preocupações com o ensino e aprendizado de conceitos. Isso não significa adotar uma perspectiva tecnicista e conteudista. A dimensão científica não esgota os problemas contemporâneos, que são de natureza sociocientífica. Por outro lado, sem um entendimento mínimo de conceitos e instrumentos semióticos que circulem nesse contexto, é muito difícil fazer parte do debate público. Assim, concordamos com um aumento da politização da educação científica (Moura, 2021) sem perder de vista uma preocupação com o domínio de instrumentos que, de fato, aumentem a participação social dos sujeitos envolvidos.

Desse modo, nossos resultados nos levam a entender a formação de professores de ciências na era da pós-verdade como processo dialógico, que depende da abordagem de conceitos e instrumentos semióticos científicos, ao mesmo tempo que tensiona o debate social e político sobre a ciência. Nesse processo, o professor-formador ocupa o lugar de um intelectual crítico, que produz conhecimento, tensiona as discussões e defende a pergunta como princípio pedagógico, capaz de potencializar a formação de professores.

Por fim, entendemos que a análise dos processos de mediação e das mudanças de performance que ocorrem a partir das articulações entre diferentes atores pode ser profícua para interpretação de situações didáticas. Para tanto, novos estudos (empíricos e teóricos) que aprofundem o diálogo entre a proposta de Latour e a teoria vygotskiana da mediação podem ser um importante caminho de investigação. Ademais, a análise proposta nesse artigo pode ser expandida para outras situações de sala de aula, outros níveis de escolarização e abordagens de ensino, como o que encontramos em Queiroz (2010). Essa proposição teórica pode ser importante no sentido de contribuir para aproximação das teorias de ensino e aprendizagem com as discussões contemporâneas de sociologia da ciência.

Agradecimentos

A primeira autora agradece à CAPES, pela concessão de bolsa de doutorado. A segunda autora e terceiro autor agradecem ao CNPq (processo n. 401782/2023-9). O quarto autor agradece à bolsa de produtividade concedida pelo CNPq.

REFERÊNCIAS

- Allchin, D. (2023). Ten Competencies for the Science Misinformation Crisis. *Science Education*, 107(2), 261–74. <https://doi.org/10.1002/sce.21746>
- Allchin, D., Andersen, H.M., & Nielsen, K. (2014). Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice. *Science Education*, 98(3), 461–86. <https://doi.org/10.1002/sce.21111>
- Antunes Jr, E., Cavalcanti, C. J. H., & Ostermann, F. (2021). A Base Nacional Comum Curricular como

revocalizadora de vozes dos Parâmetros Curriculares Nacionais: o currículo Ciência, Tecnologia e Sociedade na educação científica para os anos finais do Ensino Fundamental. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 38(2), 1339-1363. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e75579>

Bakhtin, M. (1981). *The Dialogic Imagination: For Essays by M. M. Bakhtin*. Michael Holquist (Ed.). Austin, United States of America: University of Texas Press.

Böck, B. S. (2015). *Ciência, tecnologia e sociedade e a construção social da tecnologia no Brasil: Uma representação por análise de redes sociais* (Dissertação de mestrado). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, RJ. Recuperado de http://pppro.cefet-rj.br/T/362_Bruno%20Stefoni%20B%C3%B6ck.pdf

Bondezan, G., & Kawamura, M. (2022). Possibilidades e entraves para o diálogo com o terraplanismo no ensino de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, 17(1), 76-92. Recuperado de <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1085>

Callon, M. (1984). Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. *The sociological review*, 32(1_suppl), 196-233.

Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *J. Res. Sci. Teach.*, (44), 815-843. <https://doi.org/10.1002/tea.20171>

Contreras, J. (2012). *A Autonomia de Professores*. São Paulo, SP: Cortez

Coutinho, F. Â., Goulart, M. I. M., Munford, D., & Ribeiro, N. A. (2014). Seguindo uma lupa em uma aula de Ciências para a Educação Infantil. *Investigações em Ensino de Ciências*, 19(2), 381-402. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/85>

Coutinho, F. Â., Lobo, S. I. S., Freitas, A. P. S., Viana, B. M. M., & von Linsingen, I. (2022). Contribuições para a Compreensão da Natureza da Ciência na Educação em Ciências: um Estudo a Partir da Concepção Latouriana Sobre a Fabricação da Objetividade Científica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, e35690, 1-24. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u817840>

Frank, C. (1999). *Ethnographic Eyes: A Teacher's Guide To Classroom Observation*. Portsmouth, United States of America: Heinemann

Freire, Paulo. (2013). *Pedagogia Da Esperança: Um Reencontro com a Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra

Freire, Paulo. (2014). *Por uma pedagogia da pergunta*. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra

Gois, E., Lima, N. W., & Moraes, A. G. (2024). Não Tem Saída Fácil: Tensão entre Autonomia Epistêmica e confiança na Ciência como caminho para a Educação em Ciências Contemporânea. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 24, e49070-64, 1-64. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2024u427490>

Green, J., & Bloome, D. (1997). Ethnography and Ethnographers of and in Education: A Situated Perspective. In *Handbook of Research on Teaching Literacy Through The Communicative And Visual Arts* (pp 181-202). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press

Heidemann, L. A., Moraes, K., & Giongo, S. L. (2020). Evadir ou persistir? Uma disciplina introdutória centrada no fomento à persistência nos cursos de licenciatura em Física. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 3(1), 160-188 <https://doi.org/10.5335/rbecm.v3i1.10091>

Hilger, T. R., & Mariniak, M. R. (2022). Terraplanismo como temática na formação inicial de professores no contexto do PIBID. *Experiências em Ensino de Ciências*, 17(3), 18-33. Recuperado de <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1119>

Jasanoff, S. & Simmet, H. R. (2017). No Funeral Bells: Public Reason in a 'Post-Truth' Age. *Social Studies of Science*, 47(5), 751-70. <https://doi.org/10.1177/0306312717731936>

- Kelles, L. F. (2023). *Informação, mídia e ciência em aulas de Biologia: uma análise de eventos de letramento em uma turma do 1º ano do Ensino Médio*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social. Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. Recuperado de <http://hdl.handle.net/1843/59688>
- Latour, B. (2001). *A Esperança de Pandora*. Bauru, SP: EDUSC
- Latour, B. (2004). "Whose Cosmos, Which Cosmopolitics?". *Common Knowledge*, 10(3), 450–62. Recuperado de <https://muse.jhu.edu/pub/4/article/171401>
- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor Network Theory*. Oxford, England: Oxford University Press
- Latour, B. (2020). *Onde Aterrizar? Como Se Orientar Politicamente No Antropoceno?* Rio de Janeiro, RJ: Bazar do Tempo
- Lima, N. W., Vazata, P. A. V., Moraes, A. G., Ostermann, F. & Cavalcanti, C. J. H. (2019). Educação em Ciências nos tempos de Pós-Verdade: Reflexões metafísicas a partir dos estudos das Ciências de Bruno Latour. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 19, 155-169. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u155189>
- Lima, N. W., Ostermann, F., & Cavalcanti, C. J. de H. (2018). A não-modernidade de Bruno Latour e suas implicações para a Educação em Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(2), 367–388 <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n2p367>
- Machado, V. F., & Sasseron, L. H. (2012). As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências*, 12(2), 29-45. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4229>
- Martins, A. F. (2020). Terraplanismo, Ludwik Fleck e o mito de Prometeu. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1193-1216. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1193>
- Marineli, F. (2020). O terraplanismo e o apelo à experiência pessoal como critério epistemológico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1173-1192. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1173>
- Messeder Neto, H. D. S., & Moradillo, E. F. (2020). Uma análise do materialismo histórico-dialético para o cenário da pós-verdade: contribuições histórico-críticas para o ensino de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1320-1354. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1320>
- Moura, C. B., Alsop, S., Camel, T., & Guerra, A. (2023). Science education in a world in crisis: contributions from the South to a defense of a cultural–historical approach in science teaching. *Cultural Studies of Science Education*, 18(3), 669-693. <https://doi.org/10.1007/s11422-022-10129-0>
- Moura, C. B., Nascimento, M. M., & Lima, N. W. (2021). Epistemic and Political Confrontations Around the Public Policies to Fight COVID-19 Pandemic. *Science & Education*, 30, 501-525. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00193-3>
- Osborne, J. & Pimentel, D. (2023). Science Education in an Age of Misinformation. *Science Education*, 107(3), 553-571. <https://doi.org/10.1002/sce.21790>.
- Osborne, J., Zucker, A., & Pimentel, D. (2023). Tackling Scientific Misinformation in Science Education. Stanford, United States of America: Stanford University. Recuperado de https://sciedandmisinfo.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj25316/files/media/file/tackling_misinformation_in_science_education_osborne_zucker_pimentel.pdf
- Oxford Dictionary. (2016). Oxford Dictionary 2016 Word of the Year. Recuperado de <https://en.oxforddictionaries.com/word-of-the-year/word-of-the-year-2016>.
- Parthasarathy, Shobita. (2020). Innovation Policy, Structural Inequality, and COVID-19. *Democratic Theory*,

7(2), 104–9. <https://doi.org/10.3167/dt.2020.070213>

- Pereira, A., & Junior, P. L. (2014). Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(3), 518-535. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n3p518>
- Pereira, A., Ostermann, F., & Cavalcanti, C. (2009). O ensino de Física Quântica na perspectiva sociocultural: uma análise de um debate entre futuros professores mediado por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 8(2), 376-398. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen08/ART1_Vol8_N2.pdf
- Pivaro, G. F., & Giroto Júnior, G. (2020). O ataque organizado à ciência como forma de manipulação: do aquecimento global ao coronavírus. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1074-1098. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1074>
- Queiroz, M. (2010). A pipa e os quatro significados da mediação sociotécnica: articulações possíveis entre a educação e a psicologia para o estudo de um brinquedo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10(2). Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/3982>
- Rannieri, T., Telha, R., & Terra, N. (2020). Educação Científica, (Pós)Verdade e (Cosmo)Políticas das Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1120-1146. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1120>
- Rezende, F., & Ostermann, F. (2020). Hegemonic and Counter-Hegemonic Discourses in Science Education Scholarship from the Perspective of Post-Critical Curricular Theories. *Cultural Studies of Science Education* 15(4), 1047–65. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09969-0>
- Rosa, G. G. (2022). *O princípio da incerteza entre posição e momentum na teoria quântica não-relativística: gênese e estabilização no contexto pedagógico-científico*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Recuperada de <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/240380>
- Rosa, G. G., Lima, N. W., & Calvacanti, C. J. H. (2023). De que cidadania estamos falando? Uma revisão de literatura das pesquisas em educação em ciências com perspectiva de formação para cidadania. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 25, e45653. <https://doi.org/10.1590/1983-21172022240158>
- Rosa, K. D., Alves-Brito, A., & Pinheiro, B. C. S. (2020). Pós-verdade para quem?: fatos produzidos por uma ciência racista. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1440-1468. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1440>
- Santana, U. S., & Sedano, L. (2023). Estruturação de perguntas no ensino de ciências por investigação uma proposta visando a alfabetização científica. *Alexandria*, 16(1), 207-234. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2023.e87409>
- Silva, R. R. C., Calefi, P. S., & Coutinho, F. Â. (2018). Desvendando as caixas-pretas da ciência: uma análise do discurso e dos jargões utilizados por estudantes de iniciação científica. *Revista Hipótese*, 4(4), 412-425. Recuperado de <https://revistahipoteses.editoraiberamericana.com/revista/article/view/373>
- Silva, T. T. (2010). *Documentos de Identidade: Uma Introdução às Teorias do Currículo*. Belo Horizonte, MG: Autêntica.
- Souza, J. D, Rezende, F., & Ostermann, F. (2016). Apropriação discursiva de modelos de formação docente em trabalhos de conclusão de um mestrado profissional em ensino de física. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 18, 171-199. <https://doi.org/10.1590/1983-21172016180208>
- Stengers, I. (2010). *Cosmopolitics*. Minneapolis, United States of America: University of Minesota Press
- Stengers, I. (2018). A proposição cosmopolítica. *Revista do Instituto de Estudos Brasileiros*, 69, 442–64. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-901X.v0i69p442-464>

- Stetsenko, A. (2008). From relational ontology to transformative activist stance on development and learning: Expanding Vygotsky's (CHAT) project. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 471-491. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9111-3>
- Teixeira, M. D. R. F. (2011). *Redes de conhecimento em ciências e o compartilhamento do conhecimento*. (Tese de doutorado) Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Recuperado de <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/37041>
- Venturini, T. (2010). Diving in magma: how to explore controversies with actor-network theory. *Public understanding of science*, 19(3), 258-273. <https://doi.org/10.1177/0963662509102694>
- Venturini, T., Munk, A. K., & Jacomy, M. (2019). Actor–network versus network analysis versus digital networks are we talking about the same networks. *Digital STS: A field guide for science & technology studies* (pp. 510-524). Cambridge, United States of America: MIT Press
- Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. London, England: Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: Sociocultural approach to mediated action*. London, England: Harvard University Press.

Recebido em: 05.12.2023

Aceito em: 26.11.2024