

ENSINO DE (GEO)CIÊNCIA COM CARGA EPISTEMOLÓGICA: COMO ABORDAR A DISPUTA ENTRE CIENTISTAS?

TEACHING (GEO)SCIENCE WITH EPISTEMOLOGICAL CONTENT: HOW TO
APPROACH THE ISSUE OF DISPUTE BETWEEN SCIENTISTS?

ENSEÑANZA DE (GEO)CIENCIAS COM CARGA EPISTEMOLOGICA: ¿ COMO ABORDAR
EL TEMA DE LA DISPUTA ENTRE CIENTÍFICOS?

Renato Bastos Rodrigues

Geógrafo Empresa Topocart (Topografia, Engenharia e Aerolevantamentos)
Mestre em Geografia pela Universidade de Brasília
renatobastos_@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-0332-5605>

Dante Reis Junior

Professor Associado do Departamento de Geografia
Universidade de Brasília
dantereis@unb.br
<https://orcid.org/0000-0001-8407-7846>

Resumo

Parte importante da alfabetização científica de estudantes e futuros professores passa pelo aclaramento de que a ciência é uma atividade que, mesmo prevendo o compromisso com protocolos lógicos, não deixa de incorporar também situações de conflito entre pares. Sustentamos neste artigo a ideia de que tratar do tema “disputa” no ensino de ciências é uma forma de prevenir imagens distorcidas sobre como os cientistas negociam o valor das explicações: o fato de eles poderem, circunstancialmente, discordar entre si não refuta a tese de que a ciência possui uma lógica funcional estável; apenas retrata a presença de fatores psicosociais na produção de conhecimento. Como caso ilustrativo, apresentamos o tema das mudanças climáticas – alvo de dissenso envolvendo pesquisadores e grande público. Propomos um modo de aborda-lo a partir de ferramentas conceituais (“controvérsia” e “desacordo”) e demonstramos que esse tipo de expediente tem o valor de conferir conteúdo epistemológico ao ensino de ciências da terra, como é o caso da geografia física.

Palavras-chave: natureza da ciência; controvérsia; aquecimento global; ensino de geografia física.

Abstract

An important part of the scientific literacy of students and future teachers involves clarifying that science is an activity that, even though it includes commitment to logical protocols, also incorporates situations of conflict between peers. In this article, we support the idea that dealing with the topic of “dispute” in science teaching is a way of preventing distorted images about how scientists negotiate the value of explanations: the fact that they may, circumstantially, disagree among themselves does not refute the thesis that science has a stable functional logic; it only portrays the presence of psychosocial factors in the production of knowledge. As an illustrative case, we present the topic of climate change – subject of dissent involving researchers and the general public. We propose a way of approaching it using conceptual tools (“controversy”, and “disagreement”) and demonstrate that this type of expedient has the value of providing epistemological content to the teaching of earth sciences, as is the case of physical geography.

Keywords: nature of science; controversy; global warming; teaching of physical geography.

Resumen

Una parte importante de la alfabetización científica de los estudiantes y futuros profesores pasa por aclarar que la ciencia es una actividad que, si bien incluye un compromiso con los protocolos lógicos, también incorpora situaciones de conflicto entre pares. En este artículo, sostendemos la idea de que tratar el tema de la “disputa” en la enseñanza de las ciencias es una forma de prevenir imágenes distorsionadas de cómo los científicos negocian el valor de las explicaciones: el hecho de que puedan, circunstancialmente, estar en desacuerdo entre sí no refuta la tesis de que la ciencia tiene una lógica funcional estable; sólo retrata la presencia de factores psicosociales en la producción de conocimiento. Como caso ilustrativo, presentamos el tema del cambio climático, objeto de disenso entre investigadores y público en general. Proponemos una forma de abordarlo utilizando herramientas conceptuales (“controvérsia” y “desacuerdo”) y demostramos que este tipo de recurso tiene el valor de conferir contenido epistemológico a la enseñanza de las ciencias de la tierra, como la geografía física.

Palabras clave: naturaleza de la ciencia; controvérsia; calentamiento global; enseñanza de la geografía física.

1. Introdução

Vivemos um contexto em que os profissionais da ciência são questionados quanto à confiabilidade do que alegam. Parte deste questionamento advém de situações críticas experimentadas pela população; isto é, por um público que, sendo muitas vezes leigo quanto ao modo como funciona a ciência, passa a duvidar da seriedade do trabalho científico se seus representantes tardam em oferecer respostas às suas aflições; ou, então, contrariam o que esse público entende ser a verdadeira explicação para o que vivencia (Irzik; Kurtulmuz, 2019).

Como se depreende, as incertezas envolvendo, nos últimos anos, questões de saúde e meio ambiente são exemplares eloquentes dessas situações críticas – haja vista a manifestação de grupos céticos quanto às motivações subjacentes a campanhas pró-vacinação ou pró-sustentabilidade ambiental (Perini-Santos, 2023). Ainda que, é claro, esses grupos possuam orientações ideológicas distintas, eles têm em comum a suspeita de que as instituições científicas poderiam estar a serviço de interesses escusos; e fornecendo dados distorcidos a favor de projetos que miram o controle ou a persuasão da sociedade.

Como fomento a esse tipo de imaginário conspiratório está o fato de que a própria comunidade científica, internamente, tende mesmo a apresentar dissenso entre pares quando o assunto em questão ainda possui explicações ou evidências controversas. Isto é, à opinião pública – dado que nutre a ideia de que cientistas devam ser profissionais estritamente guiados por racionalidade objetiva – pode soar “estranho” que, para dados assuntos, eles divirjam e sustentem teses contrastantes. E, por consequência, acaba sendo tentador cogitar que aqueles cientistas que, em especial, alegam coisas conflitivas com as suas crenças ou visões de mundo devam ser os partícipes de um complô contra os interesses do grande público.

Com o progresso dos estudos em filosofia e em história da ciência, percebeu-se que a atividade científica não se assenta somente sobre fatores de ordem lógica e cognitiva. Quer dizer, o conhecimento que esse tipo atividade produz não depende apenas de uma mente que reúne evidências, raciocina por inferência e concebe linguagens objetivas de comunicação. Há outros fatores, ligados às atmosferas econômica e psicossocial, que a condicionam: em síntese, demandas e expectativas formadas por valores e conjunturas (Lacey, 2005).

Acontece que essa visão mais integral do mundo da ciência tardou a se estabelecer dentro da própria epistemologia; e ainda não ocorreu de ela se ver infiltrada no campo perceptivo do público leigo – o que resulta, fatalmente, na persistência de uma convicção popular que, a bem dizer, é pouco sustentada em fatos: na ciência imperaria a “certeza”. Portanto, não seria “natural” uma dinâmica de autocorreção progressiva (o que a história das ciências já comprovou ser a regra), posto que isso atestaria uma “fragilidade”: sinal de que algo não está funcionando como deveria, ou de que a ciência está sendo desmascarada em sua presunção de conhecimento objetivo. Caricaturas assim contaminam o imaginário em torno da ciência e são combustíveis que inflam posturas negacionistas e teorias da conspiração.

Argumentaremos neste texto que há um âmbito da sociedade que pode cumprir a função de problematizar essas caricaturas, jogando a favor de uma formação científica baseada em pensamento crítico. Trata-se do âmbito do ensino.

Promoveremos aqui a convergência entre duas modalidades de literatura: a que aborda o tema da disputa de teses no processo de decisão científica e a que trata da questão do aquecimento global enquanto um caso particular de controvérsia verificada no seio da comunidade científica. Em escala específica objetivamos demonstrar que dessa convergência de argumentos pode advir um ensino de geografia física melhor informado sobre teoria da ciência; ficando, assim, diminuídas as chances de que o “polêmico” tema das mudanças climáticas globais seja abordado dentro de um quadro muito reducionista – por exemplo, como se fosse um simples caso de tensão entre “cientistas racionais” e “leigos irracionais”.

Consideramos que um tal estudo se justifica na medida em que o propósito de aclarar o modo como a ciência funciona coopera a que simplismos sejam questionados (em especial, aqui, a visão de que não poderia haver dissenso entre cientistas; apenas entre estes e os negacionistas da ciência). Entendemos, ademais, que o ideal é que esses imaginários deturpados sejam identificados e substituídos já no âmbito da instrução escolar pública. Apenas assim uma mirada mais fidedigna acerca da natureza complexa do mundo científico poderia ser fomentada.

Como procedimento metódico, definimos alguns passos fundamentais a fim de conferir ao estudo um recorte prático; isto é, escapando à armadilha de acabarmos lidando com questões demasiadamente amplas. Por isso, com respeito à primeira modalidade de literatura, decidimos trabalhar com a ideia genérica de “disputa” e associando a ela dois conceitos mais operacionais: o de controvérsia e o de desacordo – que estão consistentemente presentes na literatura em Filosofia da Ciência. Para acessar as discussões sobre “controvérsia” nos apoiamos, primeiramente, nos textos de Raicik, Peduzzi e Angotti (2018) e de Raicik e Angotti (2019). Por eles foi possível identificar outras interessantes publicações antecedentes que, em seguida, seriam vistoriadas – em especial textos de McMullin (1987) e Baltas (2000). E a respeito do conceito de “desacordo”, encontramos um número especial do célebre periódico *Synthese*, o qual, há pouco tempo, reuniu uma série de contribuições justamente sobre o tema “*disagreement*” (*Synthese*, 2021). Neste fascículo, selecionamos os artigos de Frank (2021) e de Seidel (2021).

Cumprindo a segunda frente bibliográfica (tema das mudanças climáticas), procuramos apresentar um panorama do problema: sua origem e o advento de distintas visões na cena acadêmica. Para a construção dessa frente argumentativa foram examinados textos de autores respaldados por sua produção intelectual em estudos de climatologia e/ou meteorologia, e que comentam precisamente sobre a diversidade de posicionamentos no âmbito científico e fora dele: em especial, Marengo (2007), Leite (2015) e Mendonça (2021).

Com isso, esperamos ressaltar a factibilidade de exercícios didáticos que incitem estudantes a perceber e analisar a existência de controvérsia ou desacordo entre cientistas.

2. Prólogo: o ensino de ciências com carga epistemológica

A inserção do tema “natureza da ciência” encontrou respaldo nos trabalhos de alguns importantes pesquisadores que logo viram ser rica a interface ensino/epistemologia.

Embora iniciativas e sugestões mais datadas possam ser rastreadas, e venhamos a nos deparar com ocorrências já no século dezenove, um movimento mais sistemático e esforços denodados para que os estudantes passassem a aprender “sobre a ciência”, além de serem informados sobre os “conteúdos próprios” de cada disciplina científica, ganham visibilidade a partir dos anos 1990. Tome-se como emblema institucional e multicolaborativo o “*International History, Philosophy, and Science Teaching Group*” (IHPST), que há muitos anos organiza congressos e publicações orientadas pelo propósito de tornar melhor informada a aprendizagem científica (Lima; Guerra; Rosa, 2021).

Muitas linhas propositivas se desenvolveram, mas resta entre elas o entendimento comum de que alfabetizar epistemologicamente os jovens aporta um grande valor: conscientiza-los quanto aos processos envolvidos na produção, na avaliação, na difusão e na evolução do conhecimento científico – o que redunda na ideia partilhada de que haveria algo mais profundo a aprender do que “somente o conteúdo das ciências” (Matthews, 1995, p. 166); isto é, algo além dos mecanismos de funcionamento dos fenômenos naturais.

Um tipo de empenho que se verificou entre os anos 1990 e 2000 foi o de constituir “listas” de tópicos ou aspectos, através das quais uma abordagem sobre a natureza da ciência alcançaria ser a mais veraz possível. O esforço aqui residia em reunir temáticas que pudessem contemplar a faceta cognitiva do trabalho científico, sem omitir os fatores de ordem contextual – dosando, assim, os componentes internalistas e externalistas (Bejarano; Adúriz-Bravo; Bonfim, 2019). O saldo positivo disso foi uma reunião de distintos modelos de lista, cada um deles respaldado por um critério assumido como relevante por seus proponentes.

McComas e Olson (1998, p. 44), revisando manuais de educação científica, identificaram diversos aspectos que poderiam ser explorados dentro de classes de “premissas” (*assumptions*). Essas premissas seriam “filosóficas” (o conhecimento científico é inherentemente limitado e depende de evidência empírica), “históricas” (a ciência muda gradualmente e é ditada por interesses nacionais ou corporativos), “sociológicas” (o conhecimento científico envolve decisões éticas e deve ser relatado de modo claro e aberto) e “psicológicas” (os cientistas são criativos e devem estar abertos a novas ideias).

Osborne *et al.* (2003, p. 713, tradução nossa), a partir de uma consulta a comunidades de cientistas, historiadores, sociólogos, filósofos e especialistas em educação científica, chegaram a um conjunto de ideias-chave que “representam o mínimo básico que qualquer relato simplificado da ciência deve abordar” – quais sejam: consenso e estabilidade na ciência; método científico e teste crítico; criatividade; desenvolvimento histórico do conhecimento científico; questionamentos na ciência; diversidade do pensamento científico; análise e interpretação de dados; certeza na ciência; hipótese e predição; e cooperação/colaboração no desenvolvimento do conhecimento científico.

Conquanto distintas, as contribuições convergiram para o cuidado em não perder de vista uma meta: estimular estudantes a pensarem sobre a ciência de um modo contextualizado.

No Brasil, a expressiva existência de coletivos interessados em discutir e conceber atividades dinâmicas com carga epistemológica fez com que o país chegasse a sediar encontros do IHPST (mencionado antes) em suas ocorrências na América Latina. Inclusive, com o aparecimento de estudos precisamente voltados para o tema das discordâncias:

[...] acreditamos que há aspectos controversos sobre a natureza da ciência que poderiam ser abordados no ensino de ciências, tais como: O que é ciência? Qual é a diferença entre opinião, crença e conhecimento? O que é a verdade? A ciência busca a verdade? O que pode contar como evidência numa investigação? Como julgar entre hipóteses ou teorias diferentes em competição? (Bagdonas; Silva, 2013, p. 212).

É, assim, perceptível o conjunto de aspectos que (já reconhecidos pelos pesquisadores na área de ensino de ciências) seriam relevantes para tratar de epistemologia sob dois enfoques que aqui nos interessam. O primeiro é o que alude à ideia de que situações de discordância dentro da ciência não seriam estranhas. E, neste caso, questões como as seguintes quatro apresentam potencial de correspondência com o enfoque: o conhecimento científico é limitado e tem sempre uma condição provisória; a ciência se integra a um quadro sociocultural maior e prevê questionamentos; o método científico é diverso e possui imperfeições; e há chances de que a interpretação de dados observacionais seja direcionada por alguma perspectiva teórica que o cientista carrega (Mccomas; Olson, 1998; Osborne *et al.*, 2003).

O segundo enfoque é o que frisa a habilidade da dinâmica científica em conservar uma lógica minimamente objetiva e racional, que é o que tornaria possível a manutenção de um compromisso com a plausibilidade, apesar da ocorrência de disputas internas. E, neste segundo caso, questões como as seguintes três são as que, por sua vez, apresentam potencial de concordância com tal enfoque: as pesquisas dependem de evidência empírica; elas exigem clareza e abertura; e os cientistas operam com criticidade e em regime de

cooperação, a fim de buscar uma mínima estabilidade explicativa (Mccomas; Olson, 1998; Osborne *et al.*, 2003).

Passemos agora às ocorrências significativas do tema das disputas internas, examinando o setor especial da Filosofia da Ciência (FC).

3. Controvérsias e desacordos: abordagens em FC

Pensou-se por algum tempo que o campo da ciência seria livre de grandes disputas. Porque, pela força de seus protocolos lógicos, rapidamente os embates de ideias seriam resolvidos. Trata-se da concepção clássica, segundo a qual um método bem demarcado teria, então, essa propriedade de garantir às investigações um espaço de procedimentos que as manteria a salvo de uma psicologia especulativa muito desviante.

Mas a superação desse estilo de entendimento, que coincide com a dominação de sistemas epistemológicos racionalistas, logo fez os analistas da ciência compreenderem que a dinâmica de controvérsias é inerente à produção do conhecimento (Brante; Elzinga, 1990). Tratava-se agora de filósofos da ciência que, ao avaliarem os processos que operam essa produção, perceberam o poder condicionante de fatores não estritamente de ordem lógica. Questões socioculturais e econômicas, por exemplo, deviam ser levadas em consideração para entendermos melhor os detalhes envolvidos nas atividades científicas (Raicik; Peduzzi; Angotti, 2018).

Aqui entra em pauta um tema corrente em textos de FC, que tem a ver com a intensidade com que os fatores “exteriores” ao mundo da ciência afetam o trabalho dos cientistas. Se eles não estão blindados ao mundo mais amplo da atmosfera social, isso significará que deixam de prevalecer seus protocolos “internos”, enraizados como um valor cognitivo? É certo que uma epistemologia mais flexível e oxigenada nos destaca que a atividade técnico-científica tem muito de prática social e que, por isso, ela não está imune a embates verificados no seio da sociedade, onde componentes de cultura e de política se entrecruzam (Abram, 2005). Por outro lado, deve-se ter cuidado em separar as polêmicas que inflam os debates públicos não-científicos, das querelas que ativam na comunidade científica um processamento que é caracteristicamente “interno” por demandar instrumentos especialistas (Frazer, 2023).

Ou seja, as controvérsias que mobilizam os cientistas até podem se projetar “para fora”, digamos, da comunidade especialista; o problema é pensarmos que, por isso, o processamento científico precisaria incluir outras vozes, que não a dos experts, para efeito de lidar profissionalmente com elas (Ramos; Silva, 2007). Segundo as epistemologias pós-positivistas, os cientistas são considerados agentes inscritos socialmente e podem ser

condicionados por debates político-ideológicos de época. Mas esses agentes tenderão a lidar de um modo particular com questões controvertidas que se projetem “para dentro” de seu campo de especialidade. Trata-se de importante ressalva feita por autores, tais como Kuhn (1977), Laudan (1984), Longino (1996) e Lacey (2003), para os quais há naquilo que os cientistas fazem valores tanto cognitivos quanto não-cognitivos. E é conveniente, por isso, termos clareza quanto ao papel que cada um deles desempenha nas diferentes etapas da pesquisa científica, posto que não as afetarão do mesmo modo e a todo momento.

Thomas Kuhn é um filósofo justificadamente associado a uma epistemologia que passou a dar relevância aos condicionamentos psicossociais e, ainda que não tenha tratado muito detalhadamente dos eventos de discordância, Kuhn foi precursor em incorpora-los a uma metateoria sobre a tomada de decisão teórica em ciência. Segundo Raicik e Angotti (2019), um aporte valoroso de Kuhn está presente quando o autor desenvolve a ideia de que nas disputas interparadigmáticas nem sempre se apresentam as condições (idealizadas pela epistemologia positivista) de pôr termo a elas via parâmetros empíricos e lógicos. Quer dizer, acontecerá com frequência que a disputa se veja travada por estratégias retóricas calcadas na subjetividade de cada grupo em disputa – o que significa dizer que uma comunicação entre eles tenderá a ficar bastante dificultada, ainda que todos pertençam a uma mesma comunidade científica. Em outras palavras, a epistemologia kuhniana contribuiu a demonstrar-nos que, em casos concretos da atividade científica, poderia haver discordia entre cientistas sobre o sentido que cada parâmetro-chave da teoria (sua consistência, simplicidade e abrangência) assume em dada situação.

Com respeito ao conceito de “controvérsia”, particularmente, ele assume na teoria da ciência um significado especial: situações de controvérsia não seriam tão fáceis ou rápidas de contornar. Elas envolveriam casos de reconhecimento de um dilema dentro da comunidade. Ou seja, só porque dois pesquisadores eventualmente possam discordar em algo, isso não seria suficiente para instituir de fato uma situação controvertida. Mais colegas precisam perceber o dilema – o qual deve parecer tocar um ponto relevante nas pesquisas, ser identificável pelo registro de um confrontamento (através de publicações ou mesas de debate, por exemplo) e persistir por um tempo considerável. Estes seriam três pontos importantes para caracterizar a existência de uma controvérsia. Obviamente, cada um dos argumentos sustentados nos embates deve ter uma adesão considerável de pesquisadores prosseguindo em suas diferentes estratégias. Isto é, já não faria sentido falarmos de controvérsia se um dos lados for muito minoritário nas discussões em relação ao outro (McMullin, 1987; Baltas, 2000).

O advento de uma controvérsia poderia ocorrer quando um aspecto passa a ser reconhecido como importante para as explicações, mas ele não é contemplado pelos

parâmetros teóricos ou técnicos disponíveis no momento. Então, em função do papel importante que os estudiosos atribuam a esse aspecto, poderá até surgir uma impressão de que a controvérsia esteja principiando um verdadeiro estágio de ruptura na ciência. Mas tudo depende, é claro, de uma avaliação ponderada que se dá *a posteriori*, pois os envolvidos, momentaneamente, poderão sobrevalorizar o poder de impacto do aspecto em suas rotinas intelectuais (Pirozelli, 2019). Nesse sentido, parece sensato trabalhar com a ideia de que existiriam, na verdade, níveis distintos de controvérsia – já que, a princípio, elas poderiam ocorrer tanto em momentos realmente críticos (estimulantes de rivalidades), quanto em estágios em que, apesar dos dissensos, ainda se teria a hegemonia de um paradigma.

Já com relação ao conceito de “desacordo”, que assumimos aqui como um segundo caso de disputa interna, ele também figurou como um assunto delicado, gradativamente merecendo a atenção dos teóricos. É que sou estranho que pudesse ocorrer que sujeitos partilhando uma muito semelhante formação, experiências e conhecimentos prévios, chegassem a discordar sobre um determinado problema – e isso apesar de terem à sua disposição, a princípio, um mesmo conjunto de dados para sacarem suas conclusões. Ou seja, seria tentador pensar que, em situações assim, talvez uma das partes é que não estaria sabendo aplicar a perspectiva analítica que o conhecimento corrente estabelece (Dellsén; Baghramian, 2021). A FC, entretanto, tentaria compatibilizar estes dois fatos: o de que o consenso é condição importante para a estabilização dos campos especializados e o de que, ainda assim, os especialistas podem discordar sobre pontos específicos, em certas situações. Um fato não exclui o outro e essa condição torna muito estimulantes as análises sobre a natureza do trabalho científico.

As coisas se complicam quando os cientistas lidam com explicações de processos que não são estritamente naturalistas – ou seja, quando, *grosso modo*, já não poderíamos esperar que uma visão de realismo científico teria legitimidade para afirmar que, hora ou outra, as afirmações serão convergentes e o desacordo será pacificado diante de uma nova validação universal. A física atmosférica, neste caso, poderia parecer imune a disputas explicativas. Contudo, isso deixa de ser assim a partir do momento em que, diante do fato de que o processo não é inteiramente de base naturalista (pois inclui o papel da dimensão antrópica), entram em jogo complicadores que tendem a insinuar uma espécie de relativização da verdade fomentadora de “narrativas” (Reisigl, 2021). Nessas condições, poderá ser difícil que o acordo surja rápida e serenamente, sobretudo porque a resolução teórica proposta por cada parte em disputa preverá uma imersão em sistemas de valores e convicções éticas ou políticas que os próprios cientistas, sujeitos sociais, não têm como evitar carregar “para dentro” de sua atividade intelectual.

Markus Seidel, do Centro de Filosofia da Ciência da Universidade de Münster, Alemanha, procurou, a partir do conceito de “incomensurabilidade” de Kuhn, desenvolver a ideia de que é possível que a ciência apresente, internamente, divergência de tipo racional – quer dizer, situações de desacordo que não poriam em xeque o valor das pesquisas (ou sob suspeita as intenções do pesquisador). Para Seidel (2021), embora Kuhn não desenvolva o conceito de incomensurabilidade dos paradigmas de modo a torna-lo o fator que autorizaria desacordos racionais em ciência, sua epistemologia encerraria algumas pistas que, sendo ajustadas, poderiam ajudar a se pensar em situações de discordância não irracional; isto é, sem a necessidade de considerar a manifestação de um relativismo extremo, do tipo vale-tudo.

Para Seidel (2021), a grande questão é a de se aceitar que a falibilidade faz parte do processo de justificação epistêmica, do mesmo modo como é importante ter claro que o conceito kuhniano de ciência normal também não implica que haja consenso sobre tudo entre os adeptos de um paradigma. Ou seja, estará sempre prevista uma determinada margem de desavença, que, entretanto, não impugnará os resultados de pesquisa. Na ciência normal, o ar de estabilidade é conquistado por um bom nível de satisfação com as soluções teóricas dadas a problemas tomados como exemplares. E isso nada tem a ver com um acordo total entre os praticantes; nem sequer com um entendimento de que tudo o mais poderá ser explicado similarmente pela teoria.

Existem procedimentos metodológicos que tratam dados de modo diverso – o que aponta para as chances, por exemplo, de que conclusões interpretativas também sejam diferentes. E há o problema clássico da subdeterminação das teorias pelos dados, segundo o qual, além da mesma base de dados poder dar suporte a alegações divergentes, sempre haverá a possibilidade de que as “evidências” reunidas não sejam realmente suficientes para uma decisão definitiva em favor de uma das explicações (Seidel, 2021). Logo, por mais estranho que possa parecer, faria parte da racionalidade da ciência esse gênero de circunstância essencialmente “instável” – e, por decorrência, o menos frequente seriam as decisões imediatas, absolutamente objetivas e consensuais. Seguindo esse raciocínio, chega a ser até mesmo ingênuo que os aderentes a um tipo de teoria explicativa chamem o grupo concorrente de “irracional”, visto que cada comunidade paradigmática estará desenvolvendo suas argumentações dentro daquilo que ela tende a ver como “racional” dentro do paradigma.

Por fim, David Frank, Professor dos Departamentos de Filosofia e Ecologia da Universidade do Tennessee, nos Estados Unidos, trabalhou a questão complexa do ceticismo quanto à ciência, examinando a diferença entre dois tipos de caso: céticos que desconhecem haver consenso suficiente no campo científico e se tornam negacionistas, e céticos que expressam preocupações éticas legítimas. É necessário, assim, ponderar as situações que

são de fato lesivas à ciência, deixando claro que há casos de desacordo epistêmico que, na verdade, são altamente valorosos à atividade profissional, porquanto garantem uma heterogeneidade de perspectivas, cada uma buscando proteger suas apostas argumentativas – o que é intelectualmente sadio. Os riscos maiores se vislumbram quando aspectos não-epistêmicos, como os de ordem político-ideológica, estão presentes.

Problemas ambientais envolvem discussões sobre desenvolvimento, conservação e gestão, que são temas de extrema relevância para todo o corpo da sociedade, e não têm como ser respondidos apenas por cientistas. Por essa razão, apesar de divergências éticas ou de visão política poderem obscurecer as considerações técnicas sobre os problemas ecológicos, excluí-las como pertencentes a uma categoria de negação da ciência é equivocado. Frank (2021) é feliz em destacar uma importante circunstância: quando os cientistas trazem, com suas pesquisas, considerações que podem impactar convicções e ter consequências no meio social. Em situações assim, uma preocupação despertada no seio da sociedade deve ser tomada como negação da ciência? O autor sustenta que os cientistas, neste caso, teriam de estar predispostos a discutir abertamente não apenas seus protocolos, mas o próprio contexto das aflições precipitadas por seus estudos. Isto é, como uma espécie de compromisso moral, esclarecer ao público os valores subjacentes às suas próprias motivações para a investigação (Frank, 2021).

O desacordo daí resultante (“*reasonable disagreement*”) não conta como negacionismo, a não ser que ele viole as normas epistêmicas ou convenções da ciência (Frank, 2021, p. 6098). A situação, porém, poderia complicar no plano da comunicação social das divergências. Para além, portanto, dos fóruns de discussão especialista. Porque a depender da forma como elas são noticiadas, pode advir uma grande confusão sobre o estado do consenso entre os cientistas. Estes seriam vistos com desconfiança pela população apenas porque veio a público uma versão muito simplista de seus relatórios, por exemplo. Seria tentador pensar, então, que os “não especialistas” é que deveriam merecer o crédito de sua atenção, e pelo fato de estarem promovendo um heroico “*counter-consensus*”, pretensamente revelador (Frank, 2021, p. 6092).

Mas apareceram leituras epistemológicas precisamente desenvolvidas para o caso das mudanças climáticas? Com efeito, teóricos da ciência já viram no tema um campo fértil para discutir-se o desacordo entre peritos. O filósofo norte-americano Peter Machamer, notabilizado por suas pesquisas a respeito da explicação científica sobre mecanismos, em um capítulo em que traça a história da FC comenta o fato de que variantes mais contemporâneas estariam descobrindo tópicos que, por tangenciarem problemas bastante atuais, seriam entusiasmantes para um exame filosófico. Dentre eles, os códigos de ética que, na prática, terminam condicionando o trabalho dos diversos especialistas em seus

respectivos campos. E Machamer (2002) frisa, precisamente, a questão dos valores que costumam estar entremeados nas pesquisas científicas – valores estes constatáveis de modo explícito ou implícito.

Um dos novos campos mais interessantes e importantes em que os filósofos da ciência que lidam com valores estão envolvidos tem a ver com questões relativas à forma como a ciência é usada para basear decisões regulamentares, por exemplo relativas ao [...] aquecimento global. (Machamer, 2002, p. 12, tradução nossa).

A geóloga e historiadora da ciência Naomi Oreskes, da Universidade de Harvard, intrigada com o fato de que, apesar de alegações de evidências, políticos, empresários e parte da mídia norte-americana seguiam aventando a hipótese de que elas seriam produto de uma ciência climática pouco confiável, decidiu avaliar uma longa série de publicações da comunidade de climatologistas. Oreskes (2004) avaliou mais de novecentos artigos e pôde detectar que cerca de três quartos deles tinham em comum uma posição bastante próxima ao consenso; endossando, explícita ou implicitamente, a tese do impacto antropogênico no clima. A pesquisadora concluiu que o argumento negacionista tinha raízes no desconforto quanto à necessária adopção de medidas mais fortes para conter as emissões de gases de efeito estufa – o que teria desagradado certos setores produtivos. Não eram, portanto, reações objetivas a uma suposta falta de consistência dos estudos de cientistas do clima – mesmo porque é pouco provável que os célicos estivessem considerando em seus julgamentos uma eventual transgressão das normas institucionais da ciência, já que, possivelmente, eles até as desconhecessem. Ou seriam eles sabedores de que a processualística científica envolve, naturalmente, uma dinâmica de críticas e revisões? (Oreskes, 2004).

4. Mudanças climáticas: entre evidências e negações

A pesquisa sobre clima, já em uma dimensão de notoriedade pública, tem como marco a criação do Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas (o “IPCC”) da ONU, na década de 1980 – podendo ser considerada uma mudança paradigmática na discussão ambiental. Desde um ponto de vista kuhniano, o IPCC poderia denotar uma resposta institucional às anomalias com que a pesquisa climática vinha se deparando. “Anomalias” que talvez traduzissem o fato dos modelos não estarem contemplando fatores como a exploração desenfreada dos recursos naturais e a negligência em relação aos efeitos sofridos pelo planeta. A metateoria kuhniana, contudo, não teria condições ainda de localizar uma “revolução” científica. Isso porque a “crise” climática também significa a ausência de uma total adesão ao que vem relatando o Painel internacional.

O caráter híbrido (político e científico) desse Painel resultou do contexto geral das discussões que foram acontecendo. A frente científica é configurada pela comunidade de experts, que há muito já protagonizava as discussões sobre o tema; a frente política caracteriza-se pela presumida preocupação dos governos de que os cientistas possuam autonomia diante das questões – as quais envolvem, além do aquecimento, problemas agrícolas, de energia etc. Nessa lógica pactuada, o IPCC passa a divulgar, de tempos em tempos, relatórios sobre a situação atual das mudanças climáticas: seu estado e as consequências projetadas. Desde a sua fundação, seis relatórios foram divulgados – em 1990, 1995, 2001, 2007, 2014 e em 2022.

Segundo Leite (2015), a climatologia está no centro de um debate muito polarizado na atualidade. De um lado, os defensores da tese antropogênica para o aquecimento global; de outro, os que inclusive o rejeitam como fenômeno evidenciado por fatos. E a peça-chave dessa discussão é o Painel, por ser tanto um órgão científico, quanto político.

O debate surge aí mesclado com a discussão política sobre as respostas adequadas ao aquecimento global. Mas, rechaçados nesse terreno, os negacionistas transpõem o debate para a mídia, onde mobilizam a pseudociência para deslegitimar as conclusões das disciplinas científicas ligadas ao entendimento do clima [...] A climatologia revela-se, então, um campo exemplar para o estudo da inserção histórico-social do conhecimento científico e das tensões e trajetórias conflitivas no seu interior [...] importante distinguir o que são posições e controvérsias científicas [...] e o que são disputas políticas e ideológicas apresentadas como científicas mesmo sem respaldo dos cientistas da área, com a mobilização da pseudociência para deslegitimar as conclusões das disciplinas envolvidas no tema. (LEITE, 2015, p. 643-644).

Desde os anos 1950, a cada década, a suposição geral de um impacto em larga escala causado pela sociedade vai se constituindo e fortalecendo. E isso concomitantemente à aceitação das teorias do geofísico e climatologista sérvio Milutin Milanković acerca das oscilações da órbita do planeta, que seriam responsáveis pelas eras glaciais – comprovadas, afinal, pelos estudos da paleoclimatologia. O termo propriamente “aquecimento global” (ou *global warming*) é usado por primeira vez pelo geofísico americano Wallace Broecker (1975), e avalizado depois pelo Relatório Charney sobre as relações entre o clima e o dióxido de carbono (Leite, 2015). Dentre os episódios de revisão de alegações, estaria o do geólogo e meteorologista americano Reid Bryson, que defendera antes uma explicação distinta: a de que o planeta resfriaria com a emissão de aerossóis na atmosfera. Entretanto, o pesquisador viria a admitir que, na verdade, o planeta estava rumando a um aquecimento (Bryson, 1997).

Com a presidência do meteorologista sueco Bert Bolin, entre 1988 e 1997, os relatórios e pesquisas foram se robustecendo e a relevância internacional do IPCC aumentou; haja vista a adesão de cada vez mais pesquisadores, e de várias nacionalidades. “O aumento da visibilidade da climatologia, ajudou a ampliar as pesquisas na área, os recursos

disponíveis, o prestígio e reconhecimento social dos cientistas envolvidos" (Leite, 2015, p. 657).

Mas centrando atenção no paradigma do aquecimento global antropogênico, ele foi confirmado internamente ao Painel. Aqueles que se opuseram ao projeto internacional e/ou criticaram os dados relatados, passaram a denunciar o paradigma "do lado de fora", e, por vezes, levando o debate para a mídia. Neste sentido, pode-se supor que o holofote sobre o tema acabou sendo propiciado também pelas reações à iniciativa do IPCC; não apenas por sua própria atuação. Isso quer dizer que, para além da multiplicação das pesquisas, os "limites" da ciência do clima foram explorados igualmente. E, de certo modo, os pioneiros em propor evidências a favor do paradigma antropogênico acabaram tornando-se, involuntariamente, representantes de algo que pareceu ser "hegemônico". Isto é, a atenção midiática conquistada pelos críticos (dentre os quais, provavelmente, alguns tinham posturas diretamente negacionistas) colaborou à imagem simplificada de dois lados (Santini; Barros, 2022).

Como mencionado antes, uma extensa pesquisa executada por Naomi Oreskes (2004) apontou a unanimidade em torno do paradigma antropogênico, analisando centenas de publicações científicas. Nove anos depois, Cook, Nuccitelli e Green (2013) refazem a análise (agora com mais de onze mil artigos) e concluem que apenas 1,9% das publicações apontavam contrariedade ao paradigma. Isso, então, indicaria que o impasse está superado. E que o debate – normal, científico – deveria focalizar agora a qualidade e a contundência dos dados de evidência (Cook; Nuccitelli; Green, 2013). Contudo, a atenção jornalística parece eleger como foco o "estado de discussões", como se este não fosse um elemento natural no processo de funcionamento das comunidades científicas. Assim, há certa tendência a que elas sejam retratadas "com suspeita", posto que sua estrutura normativa poderia estar sendo afetada por posições políticas, as quais direcionariam esforços e pesquisas para um viés específico. Apoiada, é claro, nesse imaginário midiático, a oposição negacionista apostava em que o grande público veja as discussões com pessimismo: as mudanças climáticas seriam um grande embuste confabulado por instituições poderosas (Walker, 2023). É que, por decorrência de os estudos serem chancelados por agências de vínculos diversos com esferas político-administrativas – e virem acompanhados de sugestões de mitigação ou aconselhamentos a gestores –, o assunto das mudanças climáticas despertou distintas atenções com suas respectivas posturas reativas. Então, enquanto alguns setores falam em emergência climática, advogando a ideia de que compromissos sejam firmados entre as nações desenvolvidas (Jakob *et al.*, 2015), outros interpretam as advertências como alarmistas e talvez com a deliberada intenção de causar pânico (Carter, 2007).

Qualquer novo evento meteorológico traz à tona a questão dos fatores causais preponderantes. É, mais uma vez, o “aquecimento global”? A prática científica climatológica atual baseia-se em análises matemáticas e teorizações de contextos condicionados (de curto a longo período) – o que dificulta a compreensão precisamente empírica dos fenômenos, dado que a magnitude dos dados computados pode denotar eventos apenas episódicos (Grambelsberger; Feichter, 2011). O impasse da ciência do clima reside, por isso, em ponderar as conclusões. Discernir o que é individual do que é generalizável. Porém, até que ponto é prático romper com a tradição da abordagem probabilístico-estatística, a fim de favorecer o suposto aclaramento de manifestações climáticas em escala mais local? Isso não significaria o risco de obscurecer a visão do panorama, negligenciando a compreensão de um mecanismo global que está em marcha?

Explorando a complexidade do tema, o geógrafo Francisco Mendonça (2021) comenta as distintas visões que configuram o cenário de divergências: catastrofistas, célicas e críticas. Entre elas haveria um diferente entendimento sobre o quanto as ações humanas (manifestas na industrialização e no desmatamento, por exemplo) respondem pelas mudanças climáticas. Por exemplo, aqueles que adotam uma posição célica enfatizam que as emissões de gases de efeito estufa são, na verdade, favoráveis à vida no planeta. E acreditam que as mudanças climáticas:

[...] são comandadas por fluxos de energia da interação entre a Terra, o Sol e o espaço sideral [...] [e que] a história natural é prodiga em mostrar que as mudanças da Natureza e, portanto, dos climas, são processos naturais e dependentes de forças externas e internas do planeta Terra. (MENDONÇA, 2021, p. 14).

Mas o autor é dos que entende ser catastrofista o estilo de pensamento predominante. Justificado por uma série de episódios no século XX, e que culminariam na criação do IPCC, esse paradigma foi o que mais se firmou no debate internacional, argumentando que “o futuro será cada vez mais marcado por catástrofes naturais, empobrecimento da biodiversidade, dificuldades à vida humana e à sociedade” (MENDONÇA, 2021, p. 15). Relativamente enquadrados nessa visão pessimista, os relatórios do Painel apontariam sensíveis alterações ambientais: processo de aquecimento não uniforme (com prováveis variabilidades regionais, interanuais e decadais); intensificação da diferença pluviométrica já hoje existente entre as regiões do planeta; mudança na circulação oceânica, devido ao acúmulo de calor nas águas superficiais e subsuperficiais, gerando uma maior ocorrência de tempestades (IPCC, 2014).

Versões mais veementes do ceticismo tendem a se confundir com um olhar negacionista, pois criticam duramente a base metodológica dos modelos, a interpretação dos dados matemático-estatísticos e a postura denunciativa do IPCC. Para célicos mais extremos, o Painel seria politicamente tendencioso, se valendo do discurso das mudanças

climáticas para dar continuidade a processos de dominação político-econômica em escala internacional.

É importante observar que quando olhamos para a argumentação dos céticos vemos que estes estão mais empenhados em apontar incertezas no que diz respeito à influência humana no clima global do que em argumentar em favor de uma teoria competidora. Além disso, céticos estão em geral mais engajados com o grande público do que com a comunidade de especialistas. Em sua versão mais hostil, céticos simplesmente se detêm a atacar o consenso científico [...] insinuando que existe uma conspiração política pró aquecimento global. (JUNGES; MASSONI, 2018, p. 481).

Então, somaram-se às visões técnicas sobre um mecanismo “natural”, todo um espectro político que se relaciona aos cenários socioeconômicos dos países. E o clima, com o tempo, deixou de ser um fenômeno exclusivamente “da natureza” (componente energético das paisagens) e passou a figurar como um assunto que atiça o engajamento ideológico dos cidadãos e dos governos – estejam eles à esquerda ou à direita. Um dos motivos é que, para além da esfera das motivações intelectuais de explicação dos mecanismos, as mudanças climáticas ganharam relevância por apontarem também uma possível intensificação da desigualdade entre populações. Segundo Mendonça (2021), pesquisas associadas ao IPCC concordam no prognóstico de um cenário climático futuro em que dois fatores tenderão a se agravar: a cada vez maior discrepância entre regiões úmidas e secas (acentuando-se a pluviosidade e a estiagem em distintos locais) e o aumento de desastres naturais, tais como tempestades e furacões – que, sabidamente, afetam em maior grau os grupos sociais mais vulneráveis.

Entretanto, Mendonça (2021) é reticente quanto aos discursos em tom imperativo sobre as mudanças climáticas. Alinhando-se ao que entende ser uma visão “crítica”, o autor pensa que os prognósticos devem ser avaliados com muito cuidado; e, sobretudo, em virtude da interação complexa entre tempo (meteorológico e cronológico) e espaço (as diversas geografias regionais do planeta). É que a ciência talvez ainda não tenha ferramentas para construir cenários que, a rigor, transitam entre temporalidades diferentes. Haveria pequenas falhas nos modelos e, por isso, lacunas abertas. A postura que o geógrafo parece recomendar é a de um “incessante questionamento da realidade como condição ao avanço do conhecimento científico” (Mendonça, 2021, p. 12-13).

Ilustrando uma postura balanceada (não cética, mas nem por isso catastrofista) José Marengo, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), esclarece que os modelos na área são representações da Terra (ou de suas parcelas) que objetivam apresentar cenários de mudanças dos fenômenos climáticos, mas cada modelo traz junto de si uma porcentagem de erro (Marengo, 2007). De fato, nas últimas décadas o planeta presenciou enchentes, ondas de calor, furacões etc. Mas seria questionável se tais ocorrências (que chamam a atenção por sua eventual magnitude) corresponderiam satisfatoriamente ao tipo de mudança

climática sugerido pelos modelos globais do IPCC. Ou seja, elas também poderiam ser atribuídas à variabilidade natural do clima; e não exclusivamente às alterações no uso da terra (por desmatamento e urbanização) ou ao aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera – fatores estes que podem mesmo fazer pensar em uma perturbação humana do ritmo natural. É que há um mecanismo planetário caracterizado pela alternância de resfriamento e aquecimento. Além do mais, o efeito estufa deriva, originalmente, de processos geológicos que resultaram na emissão de grandes quantidades de gases. Mas, por outro lado:

[...] a atividade industrial está afetando o clima terrestre na sua variação natural, o que sugere que a atividade humana é um fator determinante no aquecimento. Desde 1750, nos primórdios da Revolução Industrial, a concentração atmosférica de carbono – o gás que impede que o calor do Sol se dissipe nas camadas mais altas da atmosfera e se perca no espaço – aumentou 31%, e mais da metade desse crescimento ocorreu de cinquenta anos para cá. (MARENGO, 2007, p. 55-56).

De fato, pesquisas com foco na temperatura dos últimos mil anos apresentam uma ponderação de que o aumento desse fenômeno não seja apenas “natural”, especialmente considerando as incertezas inerentes aos registros paleoclimáticos. Com amostras de gelo da Antártica, observou-se que as emissões de carbono são maiores hoje do que em períodos precedentes (de 400 mil a 20 milhões de anos), tendo a temperatura aumentado significativamente no século passado – e continuando a aumentar no tempo presente. “Avaliações baseadas em princípios físicos indicam que o forçamento natural não pode isoladamente explicar a mudança observada do clima na estrutura vertical da temperatura na atmosfera” (Marengo, 2007, p. 26).

Não estamos considerando, é claro, o contexto dos embates mais midiáticos, que hoje tendem a estar excedidos de posturas leigas e/ou estritamente políticas. Mas o entendimento sobre o que significam as variações climáticas e os impactos que elas podem ter constitui matizes e tendências (de distintas a divergentes) no próprio seio da comunidade científica. E isso é interessante, porque o fato dessas posições encontrarem representantes no meio acadêmico significa que elas, provavelmente, estão bem respaldadas por dados relevantes e argumentações coerentes (Marengo, 2007; Leite, 2015; Mendonça, 2021). Logo, definir a posição “mais correta” ou o “meio termo” entre elas não é tarefa simples.

5. Conjeturando abordagens sobre “disputa” em aulas de (geo)ciências

Depois de expostas as linhas de pesquisa férteis verificadas no campo do ensino de ciências, e exibida uma amostra de reflexões pertinentes associada ao campo da filosofia da ciência (FC), foi descrito um exemplo temático que, a nosso juízo, colabora a fazer convergir

ambos os setores para a uma função didática particular: estimular estudantes a compreenderem os fatores contextuais e axiológicos a que se veem envolvidas as investigações sobre fenômenos complexos (em especial, os de uma presumida interface natureza–sociedade).

Entendemos que certos tópicos de “natureza da ciência” (NdC), quando abastecidos por determinadas considerações já empreendidas pela FC, podem sugerir abordagens ajustáveis a um contexto de ensino de geografia física. Em especial, abordagens cuja carga epistemológica veiculada colabore a que estudantes entendam a complexidade dos estudos sobre fenômenos terrestres: eles, além de pressuporem componentes cognitivos de ordem técnica e racional, costumam estar sujeitos a condicionantes de ordem não-epistêmica. Isto é, pensando no caso do exemplo temático aqui ressaltado (o das mudanças climáticas), o fato de os cientistas que se dedicam a estudar interações do tipo atmosfera–superfície poderem incorporar a seus juízos e alegações, valores que indicam visões de mundo provenientes de um contexto social mais amplo. Visões estas que, inclusive, apontariam julgamentos éticos e/ou ativismos políticos.

Vimos na seção antecedente que, embora não sejam majoritárias as manifestações de cientistas que discordam da tese do aquecimento, não chega a haver consenso absoluto quanto às explicações mais plausíveis da mudança climática. Nesse ponto, um tema bastante instigante pode ser apresentado a estudantes: a coexistência de proposições explicativas – e sem que, imediatamente, se possa concluir qual delas é “mais correta”.

Um tipo de exercício desafiador consistiria em demandar que estudantes reunissem um grande conjunto de publicações e procurassem discernir seus conteúdos em tipos ou classes. Por exemplo, os textos poderiam ser discriminados em função de seu veículo de comunicação (periódicos científicos, revistas de vulgarização, plataformas virtuais etc.) e de seus autores (pesquisadores, políticos, jornalistas etc.). Essa sistematização, apesar de conter o risco de reduzir a complexidade do tema, tem a vantagem de propiciar um debate acerca de possíveis estilos de argumentação predominantes em um veículo (ou autor) e não em outro.

Tirando-se proveito de todas as recomendações que, há muito, já são feitas para que nós professores ponhamos em prática estilos de ensino mais interdisciplinares, um material que mereceria ser considerado para uso no exercício seriam as pesquisas que vêm estudando, sob muitas óticas, a dinâmica dos confrontos intelectuais. Vindos da comunicação e da psicologia, alguns desses estudos têm demonstrado, por exemplo, a influência com que as redes sociais e os vieses ideológicos impactam (ou condicionam) posturas receptivas ou comportamentos de resistência (Garrett; Weeks, 2017; Zmigrod, 2022; Tierney, 2024).

A preconização de que a política, para o bem de uma análise mais cautelosa, deveria “se retirar” dos âmbitos da produção e da comunicação das informações científicas, trabalha com a ideia de que ela, mais forte do que um compromisso de lealdade com o mundo da ciência, pode realmente fazer com que imperem interesses e inclinações na hora de interpretar os dados. Mas os estudantes precisariam estar imunes a um tipo de pensamento assim tão espontâneo e peremptório. Por que não os convidar a ponderar: os trabalhadores da ciência, se possuírem alguma afinidade política, e sucumbirem à força desta sua convicção ideológica, fatalmente serão desleais ao protocolo da objetividade?

A fim de tornar a atividade mais rica, alguns tópicos de NdC destacados antes (Mccomas; Olson, 1998; Osborne *et al.*, 2003) podem ser recuperados para direcionar os debates. Em especial, três: 1) o conhecimento científico não é blindado a pressões externas, isto é, elementos de ordem sociocultural e político-econômica tendem a intervir; 2) a ciência não é homogênea ou invariável, quer dizer, raramente não se manifestarão inquirições e discordâncias, ainda que provisórias; e 3) não se produz conhecimento científico sem respaldo em dados de evidência e sem a submissão ao juízo dos pares, ou seja, as alegações feitas em ciência precisam ser confirmadas de algum modo.

De posse dessas informações, obtidas junto à literatura sobre NdC, os estudantes têm melhores condições de julgar a qualidade do que é argumentado, por exemplo enunciando indagações-chave como estas: a quais escalas de tempo e de espaço os dados apresentados se referem? Que tipos de informações são omitidas em um documento e realçadas em outro? Até que ponto os vínculos institucionais dos autores estariam condicionando seus posicionamentos?

Quanto às reflexões de FC que localizamos para o problema das disputas, gostaríamos de destacar aqui o que Dellsén e Baghramian (2021) levantam na abertura do número especial sobre “*disagreement*” da revista *Synthese*. Os autores enumeram também algumas indagações que, de fato, são despertadas diante da constatação de que existe discordância na ciência. E pensamos que elas poderiam ser adaptadas para uma atividade pedagógica em que os estudantes seriam direcionados a ponderar o caso das visões discrepantes entre cientistas do clima. Seriam seis as indagações provocativas. Vejamos do que tratam e como operacionaliza-las.

1^a) Precisa ocorrer toda uma reavaliação dos modelos explicativos só porque os cientistas – a respeito de um aspecto particular – passam a ter opiniões contrárias? (Dellsén; Baghramian, 2021). Essa questão é vantajosa para incitar os estudantes a pensarem sobre se não haveria uma hierarquia de hipóteses na ciência; isto é, algumas suposições de base, de que não precisaríamos abrir mão, e outras apenas acessórias ou suplementares, em torno das quais um desacordo não seria preocupante. No caso das ciências da terra, uma vez que

campos disciplinares como a geografia física lidam com dinâmicas simultâneas e multiescalares, não é grave que os pesquisadores fiquem condicionados a eleger certos recortes temporais e/ou regionais, em detrimento de outros. O importante é que suas afirmações sigam respeitando os princípios e as correlações fundamentais (os mecanismos da termodinâmica, por exemplo).

2^a) O que significa precisamente um “desacordo”, se os cientistas de uma comunidade forem equanimemente bem informados e competentes? (Dellsén; Baghramian, 2021). O que chamamos “concordância” entre pares não pode significar simplesmente uma espécie de idealização que, na verdade, não representaria a prática científica “real”? Essa questão é bastante interessante para que os estudantes avaliem a complexidade psicológica envolvida no trabalho intelectual do(a)s cientistas. Como exemplo, poderíamos sugerir que não se trata de negacionismo quando um climatologista contesta as afirmações de outro. Se ambos têm à sua disposição o mesmo conjunto de dados, ou são capazes de produzi-los mediante técnicas reconhecidas pela comunidade, quando ocorrerem interpretações discordantes isso pode significar apenas a subdeterminação das alegações pelos fatos – tema clássico da FC.

3^a) Conjeturando-se que a “concordância” seja só um estatuto que os cientistas conservam como fator de estabilidade em seus campos, sobre que tipo, então, de assuntos ou detalhes esses profissionais poderiam discordar sem maiores celeumas? Poderiam chegar a ser pontos de ordem conceitual e metodológica? Ou seriam mais de natureza axiológica? (Dellsén; Baghramian, 2021). Esse tipo de questionamento torna a discussão mais sutil, porque convida os estudantes a ponderarem sobre o tipo específico de fator que pode estar presente na situação avaliada, evitando-se, assim, que circunstâncias distintas terminem confundidas. Por exemplo, se os climatologistas divergem sobre o que acontece nas escalas global ou local, isso indica uma incompatibilidade semântica – cientistas atribuindo acepções distintas para uma mesma terminologia? Uma discrepância de procedimentos – cientistas lançando mão de distintas técnicas para tratar os mesmos dados? Ou uma diversidade valorativa – cientistas interpretando as informações em função de estarem alinhados a visões de mundo inconciliáveis?

4^a) Se por acaso o desacordo tem caráter persistente, isso dá força às teses relativistas sobre a verdade científica e sobre o parâmetro avaliativo das teorias? (Dellsén; Baghramian, 2021). Essa pergunta instaura uma ocasião para apresentar aos estudantes a diversidade de perspectivas inerente à FC contemporânea, bem como para lhes destacar o caso das linhas mais sociológicas e pós-modernas, que são as que, precisamente, se alimentam de episódios de contestação para objetar a tese da objetividade científica. Então, no âmbito dos estudos climáticos, tanto as epistemologias tradicionais (que miram preferencialmente a estruturação das teorias e a eficiência dos instrumentos), quanto as

epistemologias críticas (que destacam a força de determinação dos contextos socioculturais) teriam serventia. Pelas primeiras, os estudantes acessariam autores que ajudam a compreender a função representacional das linguagens e das técnicas (artefatos que os cientistas precisam empregar com critério); pelas segundas, autores que esclarecem que os praticantes da ciência são sujeitos que têm interesses (valor subjetivo que tende a influenciar algumas de suas decisões durante a pesquisa).

5^a) O desacordo pode chegar a ser visto como uma característica “desejável” para a vitalidade das comunidades científicas? Ou a regra precisa ser pelo menos o “esforço” de se construir consenso sobre tópicos importantes? (Dellsén; Baghramian, 2021). No ensino, esse gênero de questionamento cumpre a função de estimular nos estudantes um raciocínio de contraste com suas imagens pré-formadas. O propósito seria o de desconstruir a impressão corrente de que o “normal” da ciência é a total conciliação de ideias – propondo sua substituição pela imagem de que as pesquisas científicas estariam sempre dentro de uma atmosfera de “entendimento instável”. Tratando-se dos estudos sobre modelos de evolução do clima, uma interpretação possível acerca do aparente cenário de posições inconciliáveis seria a de que os cientistas, mesmo podendo se ver, eventualmente, entusiasmados por questões não adstritas ao âmbito técnico (aspectos que acionam debates sobre política, ética etc.), conseguiram ainda assim “conter” suas inclinações extracientíficas dentro de limites que, no final, apesar de promoverem rachas dentro da comunidade que integram, não interrompem o ritmo processual da busca de entendimento mínimo em seu interior. Além do mais, a manifestação desses pequenos pontos de discordância pode ser vista, otimistamente, como uma chama acesa no seio do grupo – ou um resíduo inflamável, fundamental para que a ciência não converta em dogma as explicações que precisa produzir em um ritmo saudável de provisoriade.

6^a) Se o desacordo vigente na comunidade científica apresentar chances de ter consequências junto às esferas de decisão política, até que ponto isso pode acarretar uma reconfiguração das imagens de ciência e de cientista por parte da população? O público mais “aprenderá” sobre a natureza da ciência, ou mais “ficará desapontado” ao saber que o desacordo pode ser frequente no mundo dos cientistas? (Dellsén; Baghramian, 2021). Essa última indagação brinda uma oportunidade para explorar com os estudantes a percepção de ciência, em especial, junto a um público que, embora não seja especialista no assunto, como cidadãos têm direito a expressar suas opiniões. O imaginário popular, que deriva de um testemunho mais ou menos atento às revelações científicas, pode fazer o leigo pensar que aquela falta de conciliação entre cientistas “desmascara” suas pretensões objetivistas. Como um caso de ocorrência potencial, diante das discussões sobre a veracidade das mudanças climáticas, parte do público pode ficar tentada a pensar que aqueles estudiosos do clima que

propõem uma explicação contrastante com a sua, o fazem porque seu pensamento está ideologicamente enviesado; ou, então, porque, diferentemente de outros estudiosos (que esse setor do público preferirá apoiar), não trabalham com dados “corretos”. Trata-se aqui, então, de problematizar a noção sociológica de que a ciência seria uma espécie de “manufatura”. Mas com o cuidado de demonstrar aos estudantes que a ideia embutida de coisa “fabricada” pode ser, maliciosamente, utilizada para distorcer a natureza construtivista da ciência: ela se baseia sim em recursos representacionais que reconstroem (ou modelam) apenas parcialmente a lógica dos fenômenos, mas isso não implica que o(a)s cientistas façam isso na intenção deliberada de “ocultar” aquela parte que, fatalmente, não será retratada pela reconstrução (ou modelo) teórica(o).

Por sua ampla cobertura de aspectos, acreditamos que essas sejam boas questões norteadoras. Note-se que, primeiro, elas estão coordenadas entre si (notadamente, as questões dois e três, e quatro e seis) – e isso facilitaria o desenho de uma atividade didática pela qual os discentes realizariam a complexidade do assunto pela própria identificação (gradativa) de que os aspectos estão encadeados. Em segundo lugar, note-se que elas oferecem o benefício de que se trate em sala de aula de três importantes perspectivas para uma compreensão mais profusa de ciência: a de sua natureza estrutural, a de sua imagem junto ao público e a de seu uso prático – cujo discernimento já constituiria um bom projeto de ensino carregado de epistemologia.

Pela “natureza” da ciência os estudantes podem compreender as dimensões tanto lógicas, quanto psicossociais da investigação científica – poderão, por isso, identificar que os climatologistas embasam suas alegações em estatísticas e em estruturas teóricas chamadas modelos; assim como perceber que suas interpretações provavelmente incorporam também conteúdos circulantes em contextos exteriores ao campo técnico da climatologia. E isso explicaria o fato de haver níveis distintos de ceticismo e de criticismo dentro da própria comunidade de especialistas – e sem que isso a faça colapsar.

Pela “imagem” de ciência os estudantes podem compreender as elaborações culturais muitas vezes simplistas sobre como funciona o mundo científico – poderão, por isso, verificar o quanto a opinião pública tende a estar vulnerável a versões caricaturais: presumindo, por exemplo, que climatologistas (se são mesmo cientistas “ sérios e competentes”) sempre irão apresentar estudos concordantes. E sabemos que não é assim toda vez.

Por fim, pelo “uso” da ciência os estudantes podem compreender as situações em que os dados gerados pelas pesquisas científicas são apropriados por instituições ou agentes que, a partir deles, elaborarão políticas ou promoverão ações – poderão, por isso, reconhecer os casos em que os climatologistas, apesar de experimentarem eventuais demandas e pressões, logram realizar seus estudos com suficiente autonomia e independência técnica.

6. Considerações finais

Primeiramente, expusemos algumas linhas de análise que a comunidade de pesquisadores em didática das ciências vem desenvolvendo a fim de incorporar tópicos epistemológicos ao ensino. Depois, traçamos um breve panorama de considerações feitas, especialmente por filósofos e historiadores da ciência, a respeito das questões controvérsia e desacordo entre cientistas. Na sequência, apresentamos um destaque ao tema mudanças climáticas, na intenção de sugerir que ele, por suscitar posicionamentos contestadores e disputas de argumento, tem bom potencial para servir como uma espécie de “problema-exemplo” em abordagens didáticas sobre natureza da ciência.

Nossa aposta é a de que o tema contribui a explorar, de forma conjunta, um ponto de valor epistemológico e um campo particular do conhecimento – no caso, o “ponto” diria respeito à natureza social/comunitária da atividade científica; enquanto o “campo”, seria o das ciências da Terra (como a geografia física, por exemplo).

A ciência também possui discussões internas e “rixas” dentro de suas comunidades – seja de caráter filosófico ou social. Esclarecer as disputas científicas possui como objetivo-mor desmistificar a ideia de ciência absoluta. A discordância não inviabiliza o caráter lógico e formativo da ciência, apenas reafirma o aspecto psicossocial incutido em suas normas.

A discussão sobre a causa inicial das mudanças climáticas tem estado cada vez mais em pauta, dando espaço para a climatologia estabelecer-se como uma das principais ciências em foco – o que pode soar positiva ou negativamente, dependendo do objetivo que se queira alcançar com tal visibilidade. O que acontece é que a ciência (ao menos aqui, a climática – que ganhou o espaço público) passa por um momento de contestação, por uma não confiabilidade em suas práticas; algo que lembra a volta ao tempo em que o pensamento científico ainda lutava para se firmar. O cenário globalizado atual, no qual a comunicação é muito mais rápida e o acesso à informação se faz em segundos, fomenta a ideia de que a “verdade” está acessível a quem quiser busca-la. O problema todo, porém, é saber discernir as informações que são efetivamente válidas segundo os protocolos da ciência. E talvez os leigos não tenham claro o valor desse parâmetro. Ou seja, a ciência experimenta o fenômeno da disputa não apenas como uma dinâmica interna (desde sempre, um componente processual de sua evolução), mas através também de uma espécie de enfrentamento com públicos não-especialistas, em meio aos quais manifesta-se, inclusive, uma ferrenha frente negacionista.

De fato, o conflito entre ciência e sociedade torna-se mais árduo quando esta percebe os próprios membros das comunidades científicas, aparentemente, invalidando os dados uns

dos outros. Quer dizer, se a ciência, que o imaginário popular ainda está habituado a ver como conhecimento preciso e correto, se releva como um campo de ausência de unanimidade, é até previsível a reação psicológica da descrença por parte da opinião pública. Mas por isso, então, é batalha perdida almejarmos uma sociedade constituída de cidadãos críticos, melhor esclarecidos sobre o mundo interno da ciência?

Nossa aposta é que não; contudo, o esforço reparador teria de se dar pela via de uma “alfabetização metacientífica”. Quer dizer, por um ensino com carga epistemológica. Só assim, acessando a heterogeneidade constitutiva da ciência (o fato dela lidar com expedientes racionais; e de envolver, não menos, embates retóricos entre pares), o leigo não cairá em armadilhas reducionistas – algumas das quais, convenientemente, funcionarão como um mecanismo mantenedor de sua visão de mundo enviesada.

Vimos que o atual campo da Filosofia da Ciência apresenta ruptura com antigas visões dogmáticas sobre o funcionamento da pesquisa científica. Então, pelo menos entre os epistemólogos, podemos dizer que vige o entendimento de que a dinâmica intelectual mais constante é a da refutação; não a do alcance da certeza definitiva. E de que é justamente esse espírito de reformulação o fator que propaga o avanço do conhecimento. Vemos por aí uma perspectiva muito rica para, no âmbito do ensino (junto a jovens escolares ou licenciandos), indagarmos sobre o estatuto das explicações científicas, se elas estão sendo comunicadas e com que qualidade de vulgarização. Daí, se viermos a diagnosticar com nossos estudantes que é corrente, digamos, a impressão de que “o planeta está colapsando” – ou de que “os cientistas estão nos mentindo” (só para ilustrar com duas visões extremas, logo, pouco razoáveis) –, esse gênero de constatação poderá instigar-los a desenvolver uma argumentação crítica acerca da distância que os sujeitos emissores de tais impressões estão de um juízo mais ponderado.

A disputa entre visões, tal como aqui apresentada, retroalimenta argumentos antagônicos de modo natural. Mesmo que um dos lados possua ar negacionista, faça uso de recursos midiáticos e/ou pareça assumir uma postura mais censora que argumentativa, o fato é que para toda hipótese há sempre alguma base de sustentação minimamente aceitável. Acontece que, no jogo da ciência pelo menos, a disputa se dá em um confronto de plausibilidades. E o previsível é que a proposição não resista por longo tempo se estiver sustentada apenas por uma lógica de adesão passional. Isto é, as normas cognitivas que operam na comunidade científica deverão depurar, em algum momento, o conjunto de alegações disponíveis – indicando a quem quiser ver o grau de desacordo ou controvérsia ... e se ele chega a ser preocupante.

A questão é que fenômenos socioambientais, por envolverem processos de interação complexa, fatalmente só podem ser descritos dentro de margens probabilísticas – detalhe

que, internamente, aumenta as chances de discordância entre pesquisas, e que, externamente, constitui informação que passa despercebida do grande público.

O debate climático é incontornável e temos testemunhado que, ao extrapolar a esfera dos experts, ele fica realmente à mercê de especulações. No entanto, somos particularmente otimistas quanto às credenciais que disciplinas escolares (ou cursos de licenciatura) como a(o)s de Geografia possuem para encabeçar aquela alfabetização metacentífica mencionada antes. Estar situada na fronteira entre as ciências físicas e humanas é um trunfo nada desprezível: por esse atributo a Geografia tem a dupla condição de aclarar dinâmicas naturais e processos socioculturais – insinuando o papel diferenciado que as disciplinas de natureza socioambiental podem ter na instrução de estudantes quanto a abordagens integradas e críticas.

Referências

ABRAM, S. Introduction: science/technology as politics by other means. **Focaal**: European Journal of Anthropology, v. 46, p. 3-20, 2005.

BAGDONAS, A.; SILVA, C. C. Controvérsias sobre a natureza da ciência na educação científica. In: SILVA, C. C. & PRESTES, M. E. B. (Org.). **Aprendendo ciência e sobre sua natureza**: abordagens históricas e filosóficas. São Carlos: Tipographia, 2013. p. 209-218.

BALTAS, A. Classifying scientific controversies. In: MACHAMER, P.; PERA, M. & BALTAS, A. (Ed.). **Scientific controversies**: philosophical and historical perspectives. New York: Oxford University Press, 2000. p. 40-49.

BEJARANO, N. R. R.; ADÚRIZ-BRAVO, A.; BONFIM, C. S. Natureza da ciência (NOS): para além do consenso. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 967-982, 2019.

BRANTE, T.; ELZINGA, A. Towards a theory of scientific controversies. **Science & Technology Studies**, v. 3, n. 2, p. 33-46, 1990.

BROECKER, W. S. Climatic change: are we on the brink of a pronounced global warming? **Science**, v. 189, n. 4201, p. 460-463, 1975. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1740491?seq=1>. Acesso em: 18 oct. 2024.

BRYSON, R. A. The paradigm of climatology: an essay. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 78, n. 3, p. 449-455, 1997.

CARTER, R. M. The myth of dangerous human-caused climate change. **Australasian Institute of Mining and Metallurgy**: New Leaders' Conference, p. 61-74, 2007.

COOK, J.; NUCCITELLI, D.; GREEN, S. A.; RICHARDSON, M.; WINKLER, B.; PAINTING, R.; WAY, R.; JACOBS, P.; SKUCE, A. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. **Environmental Research Letters**, v. 8, n. 2, p. 1-7, 2013.

DELLSÉN, F.; BAGHRAMIAN, M. Disagreement in science: introduction to the special issue. **Synthese**: An International Journal for Epistemology, Methodology and Philosophy of Science: [S.I.] disagreement in science, v. 198, n. 25, p. 6011-6021, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11229-020-02767-0>. Acesso em: 25 oct. 2024.

FRANK, D. M. Disagreement or denialism? “Invasive species denialism” and ethical disagreement in science. **Synthese: An International Journal for Epistemology, Methodology and Philosophy of Science**: special issue on disagreement in science, v. 198, n. 25, p. 6085-6113, 2021.

FRAZER, M. L. Activism and objectivity in political research. **Perspectives on Politics**, 5 April 2023, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1537592723000518>. Acesso em: 02 nov. 2024.

GARRETT, R. K.; WEEKS, B. E. Epistemic beliefs' role in promoting misperceptions and conspiracist ideation. **PLoS ONE**, v. 12, n. 9, p. 1-17, 2017.

GRAMELSBERGER, G.; FEICHTER, J. Modelling the climate system: an overview. In: GRAMELSBERGER, G. & FEICHTER, J. (Ed.). **Climate change and policy**. Berlin: Springer, 2011. p. 9-90.

IPCC. **Alterações climáticas 2014: impactos, adaptação e vulnerabilidade**: contribuição do Grupo de Trabalho II para o quinto relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas. Genebra: WMO, 2014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/03/ar5_wg2_spm.pdf. Acesso em: 09 nov. 2024.

IRZIK, G.; KURTULMUS, F. What is epistemic public trust in science? **British Journal for the Philosophy of Science**, v. 70, n. 4, p. 1145-1166, 2019. Disponível em: <https://philarchive.org/rec/IRZWIE-4>. Acesso em: 30 nov. 2024.

JAKOB, M.; STECKEL, J. C.; FLACHSLAND, C.; BAUMSTARK, L. Climate finance for developing country mitigation: blessing or curse? **Climate and Development**, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2015.

JUNGES, A. L.; MASSONI, N. T. O consenso científico sobre aquecimento global antropogênico: considerações históricas e epistemológicas e reflexões para o ensino dessa temática. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 455-491, 2018.

KUHN, T. **The essential tension**: selected studies in scientific tradition and change. Chicago: University of Chicago Press, 1977. 390p.

LACEY, H. Existe uma distinção relevante entre valores cognitivos e sociais? **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 121-149, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ss/a/Kpcpfswv84ZMVMY3gBwYxzR/>. Acesso em: 23 nov. 2024.

LACEY, H. Como devem os valores influenciar a ciência? **Filosofia Unisinos**, São Leopoldo, v. 6, n. 1, p. 41-54, 2005. Disponível em: <https://revistas.unisinos.br/index.php/filosofia/article/view/6333>. Acesso em: 16 nov. 2024.

LAUDAN, L. **Science and values**: the aims of science and their role in scientific debate. Berkeley: University of California Press, 1984. 149p.

LEITE, J. C. Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 643-677, 2015.

LIMA, N. W.; GUERRA, A.; ROSA, C. T. W. Editorial: encontros e construções coletivas: um caminho para fortalecer a educação em ciências no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 4, n.3, p. 1023-1026, 2021.

LONGINO, H. E. Cognitive and non-cognitive values in science: rethinking the dichotomy. In: NELSON, L. H. & NELSON, J. (Ed.). **Feminism, science, and the philosophy of science**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996. p. 39-58.

MACHAMER, P. A brief historical introduction to the philosophy of science. In: MACHAMER, P. & SILBERSTEIN, M. (Ed.). **The Blackwell guide to the philosophy of science**. Oxford: Blackwell, 2002. p. 1-17.

MARENKO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade:** caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. 2. ed. Brasília: MMA, 2007. 165p.

MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MCCOMAS, W. F.; OLSON, J. K. The nature of science in international science education standards documents. In: MCCOMAS, W. F. (Ed.). **Nature of science in science education:** rationales and strategies. Dordrecht: Kluwer, 1998. p. 41-52.

MCMULLIN, E. Scientific controversy and its termination. In: ENGELHARDT, H. T. & CAPLAN, A. L. (Ed.). **Scientific controversies:** case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. p. 49-91.

MENDONÇA, F. A. Mudanças climáticas globais: controvérsias, participação brasileira e desafios à ciência. **Humboldt: Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 1-28, 2021.

ORESKES, N. The scientific consensus on climate change. **Science**, v. 306, n. 5702, p. 1686, 2004.

OSBORNE, J. F.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What “ideas-about-science” should be taught in school science?: a Delphi study of the expert community. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

PERINI-SANTOS, E. O espaço social da dúvida: negacionismo, ceticismo e a construção do conhecimento. **Estudos de Sociologia**, Araraquara, v. 28, n. 1, p. 2-23, 2023.

PIROZELLI, P. Three problems with Kuhn's concept of “crisis”. **Enunciação**, Seropédica, v. 4, n. 2, p. 135-147, 2019.

RAICK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. A estrutura conceitual e epistemológica de uma controvérsia científica: implicações para o ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 1, p. 42-62, 2018.

RAICK, A. C.; ANGOTTI, J. A. P. A escolha teórica em controvérsias científicas: valores e seus juízos à luz de concepções kuhnianas. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 331-349, 2019.

RAMOS, M.; SILVA, H. Controvérsias científicas em sala de aula: uma revisão bibliográfica contextualizada na área de ensino de ciências e nos estudos sociológicos da ciência e tecnologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2007. p. 1-12.

REISIGL, M. “Narrative!”: I can't hear that anymore”: a linguistic critique of an overstretched umbrella term in cultural and social science studies, discussed with the example of the discourse on climate change. **Critical Discourse Studies**, v. 18, n. 3, p. 368-386, 2021.

SANTINI, R. M.; BARROS, C. E. Negacionismo climático e desinformação online: uma revisão de escopo. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 1-27, 2022.

SEIDEL, M. Kuhn's two accounts of rational disagreement in science: an interpretation and critique. **Synthese: An International Journal for Epistemology, Methodology and Philosophy of Science**: special issue on disagreement in science, v. 198, n. 25, p. 6023-6051, 2021.

SYNTHESE. Special issue on disagreement in science. **Synthese: An International Journal for Epistemology, Methodology and Philosophy of Science**, v. 198, n. 25, 2021.

TIERNEY, J. The March of Dimes syndrome: the better things get, the more desperately activists struggle to stay in business. **City Journal**, 20 June 2024. Disponível em: <https://www.city-journal.org/article/the-march-of-dimes-syndrome>.

WALKER, J. Learning together out of climate change denial. **New Directions for Adult & Continuing Education**, v. 178, p. 27-40, 2023.

ZMIGROD, L. A psychology of ideology: unpacking the psychological structure of ideological thinking. **Perspectives on Psychological Science**, v. 17, n. 4, p. 1072-1092, 2022.