

# Não Tem Saída Fácil: Tensão Entre Autonomia Epistêmica e Confiança na Ciência Como Caminho Para a Educação em Ciências Contemporânea

No Easy Way Out: Tension Between Epistemic Autonomy and Trust on Science as a Path to Contemporary Science Education

No Hay una Salida Fácil: Tensión Entre la Autonomía Epistémica y la Confianza en la Ciencia Como Camino Hacia la Educación Científica Contemporânea

Eduardo Gois,  Nathan Willig Lima,  e Andreia Guerra de Moraes 

## Resumo

Neste artigo, apresentamos um estudo empírico que tem como objetivo geral problematizar a tensão entre autonomia epistêmica e confiança na ciência, bem como os compromissos epistêmico-políticos de diferentes correntes sociológicas, partindo de noções do campo da Cosmopolítica. Para tanto, os pesquisadores analisaram o problema do aquecimento global antropogênico a partir de argumentos apresentados em documentários sobre o tema. Na sequência, tais argumentos foram mobilizados em uma disciplina de licenciatura em Física em uma unidade que culminou em um júri simulado. Foram analisadas, além dos documentários, respostas a questionários além da transcrição do júri simulado. Os resultados indicam que ambos os documentários mobilizam argumentos naturais, sociais e discursivos (no sentido atribuído por Latour). Não é possível, ademais, se posicionar sobre o tema somente com os dados dos documentários. Portanto, a decisão de qual lado apoiar demanda algum nível de confiança nos dados que são encontrados ao longo da consulta sobre o tema. No júri simulado, os principais resultados apontam que (1) o domínio de conceitos científicos é fundamental para a ocorrência do debate — ainda que não faça sentido definir um currículo mínimo para Educação em Ciências, (2) a confiança na ciência tem um papel crucial no resultado final ainda que seja necessário o desenvolvimento da autonomia epistêmica (3) há necessidade de criação de espaços interinstitucionais para debate de questões sociocientíficas.

*Palavras-chave:* mutações climáticas, cinema, Questões Sociocientíficas, Cosmopolítica

## Abstract

In this article, we present an empirical study that aims to discuss the tension between epistemic autonomy and trust in science, as well as the epistemic-political commitments of different sociological currents based on notions from the field of Cosmopolitics. To do so, researchers analyzed the issue of anthropogenic global warming through arguments presented in documentaries on the subject. Subsequently, these arguments were used in an undergraduate Physics course module culminating in a simulated jury. In addition to the documentaries, responses to questionnaires and transcripts of the simulated jury were analyzed. The results indicate that both documentaries employ natural, social, and discursive arguments (in the sense attributed by Latour). It is not possible to take a stance on the issue solely based on the documentary data. Therefore, deciding which side to support requires some level of trust in the data found during the consultation on the subject. In the simulated jury, the main findings

indicate that (1) a mastery of scientific concepts is essential for a meaningful debate — even though defining a minimal science education curriculum doesn't make sense, (2) trust in science plays a crucial role in the final outcome, even though the development of epistemic autonomy is necessary, (3) there is a need for the creation of inter-institutional spaces for the debate of socio-scientific issues.

*Keywords:* climate change, movie theater, Socio-Scientific Issues, Cosmopolitics

### Resumen

En este artículo, presentamos un estudio empírico que tiene como objetivo general problematizar la tensión entre la autonomía epistémica y la confianza en la ciencia, así como los compromisos epistémico-políticos de diferentes corrientes sociológicas, partiendo de nociones del campo de la Cosmopolítica. Para ello, los investigadores analizaron el problema del calentamiento global antropogénico a través de argumentos presentados en documentales sobre el tema. Posteriormente, estos argumentos se utilizaron en un módulo de un curso de licenciatura en Física que culminó en un juicio simulado. Además de los documentales, se analizaron respuestas a cuestionarios y transcripciones del juicio simulado. Los resultados indican que ambos documentales emplean argumentos naturales, sociales y discursivos (en el sentido atribuido por Latour). No es posible tomar una postura sobre el tema únicamente basándose en los datos de los documentales. Por lo tanto, la decisión de qué lado apoyar requiere cierto nivel de confianza en los datos encontrados durante la consulta sobre el tema. En el juicio simulado, los principales hallazgos indican que (1) el dominio de conceptos científicos es esencial para un debate significativo, aunque no tiene sentido definir un currículo mínimo para la Educación en Ciencias, (2) la confianza en la ciencia desempeña un papel crucial en el resultado final, aunque el desarrollo de la autonomía epistémica es necesario, (3) hay una necesidad de crear espacios interinstitucionales para debatir cuestiones sociocientíficas.

*Palabras clave:* cambio climático, cine, Cuestiones Sociocientíficas, Cosmopolítica

---

### Introdução

Durante muito tempo, o campo crítico da área de Educação em Ciências vem denunciando os aspectos autoritários e os compromissos neoliberais dessa área (Lemke, 2011). Em especial, nos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), têm-se problematizado a importância de desenvolver uma Educação em Ciências, que promova autonomia dos sujeitos envolvidos no processo democrático ao invés de sucumbir ao mito da superioridade da tomada de decisões tecnocráticas (Auler & Delizoicov, 2001). Essa noção vem ao encontro de uma concepção mais ampla de educação, como a proposta por Freire (2014), que coloca o conceito de autonomia no centro do processo pedagógico.

Ademais, a área também vem, há décadas, se afastando das concepções epistemológicas positivistas, ou absolutistas de uma forma mais geral (Kincheloe & Tobin, 2009). Esses movimentos têm aberto espaços para uma renovação profunda nos quadros teórico-metodológicos que configuram a área, ensejando o diálogo com diferentes campos da Antropologia, Sociologia, Estudos das Ciências, Estudos Culturais, (Pigozzo & Nascimento, 2023; Massi et al., 2021) entre outros. Ainda que, obviamente, exista um grande espectro de alinhamentos epistemológicos e políticos nesses campos, de uma

forma geral, essas viradas têm apontado para a importância de dar poder aos sujeitos. Isto é, tais movimentos viabilizam pensar a importância de uma maior participação popular na tomadas de decisão social voltada para o bem público (Guerra & Moura, 2022), o que — do ponto de vista político — é fundamental se quisermos pensar em um modelo de democracia verdadeiramente participativa (Pinhão & Martins 2016).

A tensão entre participação popular e papel dos especialistas é amplamente discutido no campo de sociologia das ciências (Collins & Evans 2002). Apenas para dar um exemplo, Latour (2019) compara nossa sociedade contemporânea ao que ocorre no mito da caverna de Platão, sendo os especialistas aqueles poucos capazes de olhar para fora e guiar as massas presas na escuridão. Assim, parece (ou parecia) haver um consenso de que investir na autonomia epistêmica<sup>1</sup>, contra a “ditadura dos especialistas” é (era) um objetivo fundamental da área de Educação em Ciências.

Por outro lado, a pandemia de COVID-19 e as formas como as diferentes nações do mundo se comportaram frente ao cenário de aguda crise sanitária levantaram novas questões e desafios para a Educação em Ciências. Em especial, no caso do Brasil e dos Estados Unidos, vimos países divididos ao meio — sobretudo a partir de uma dicotomia política (Jasanoff et al., 2021). Havia aqueles que queriam seguir as orientações da Organização Mundial da Saúde e das principais organizações e associações científicas e de saúde, como usar máscaras, fazer distanciamento social, tomar vacinas e não usar remédios como cloroquina e ivermectina. Por outro lado, houve uma parcela considerável da população, incluindo médicos e cientistas, que alegavam diferentes concepções alternativas à hegemônica, desde a aplicabilidade de remédios sem efeitos até a negação da própria doença. Tais cenários levantaram diferentes análises e reflexões, como a questão das *Fake News*, o papel das redes sociais e as hibridizações entre aspectos políticos e epistêmicos da prática científica (Moura et al., 2021). Nesse emaranhado de discursos sobram sugestões sobre o que fazer, e o que deixar de fazer, em relação a essas questões complexas. Por consequência, surgem informações, mas principalmente muitas desinformações (Allchin, 2024).

Sobretudo, chama a atenção, que — muito rapidamente — muitos membros das comunidades de Educação em Ciências, seja por meio de seus perfis pessoais, ou mesmo por artigos e até chamadas de revistas, voltaram a resgatar o mote “Confie nas ciências, ouça os especialistas.” (Allchin, 2022; Herman et al., 2022; Blancke & Boudry, 2022; Pereira & Santos, 2022). Surge, então, a questão: não foi contra esse mote que a área vem se posicionando nas últimas décadas? Não estariam os adeptos de cloroquina apenas exercendo sua autonomia epistêmica? Por outro lado, o “novo” reconhecimento de que — na pandemia — precisamos confiar nas instituições científicas implica que devemos assinar um cheque em branco para os especialistas? A pandemia revelou que a questão da tensão entre autonomia e liberdade individual *versus* consenso e decisão coletiva é mais complexo do que vínhamos tratando até então.

---

1 Estamos considerando autonomia epistêmica como a capacidade de argumentar e se posicionar sobre questões controversas, subsidiada apenas pelos recursos da pessoa.

A pandemia é só mais um dos tantos exemplos que caracterizam o que pode ocorrer no que se chama de uma sociedade de risco (Pietrocola et al., 2021). Mais especificamente, Latour (2020) associa essa noção ao período do Antropoceno, período em que a ação humana foi tão importante a ponto de afetar a evolução geológica do planeta. O fato é que existe um atravessamento tão profundo entre ciências e os mais diversos campos da sociedade que nossos principais problemas contemporâneos são, ao mesmo tempo, científicos e políticos (Latour, 2013). No campo de educação em ciência, tal hibridização tem motivado a noção de problemas sociocientíficos (Zeidler et al. 2005).

A partir de tal reconhecimento, algumas questões ficam em aberto, as quais iremos abordar explicitamente neste trabalho. Primeiramente, dada a complexidade dos problemas contemporâneos, *é factível que o ensino de ciências seja capaz de formar cidadãos aptos a se posicionar com maturidade em questões sociocientíficas?* Tendo em vista o que se passou em termos de negacionismo científico, *até que ponto a confiança nos especialistas deve substituir a autonomia epistêmica dos sujeitos?* Pensando em contextos de sala de aula, *a partir do diálogo coletivo, é possível identificar uma rede mais estabilizada em casos socialmente controversos? Caso sim, quais critérios são usados?*

Para responder tais perguntas, no presente trabalho, propomos uma pesquisa de inspiração etnográfica, na qual os investigadores analisam o processo de produção de sentidos sobre uma questão sociocientífica contemporânea, a mutação climática antropogênica, em uma turma de licenciatura em Física. Inicialmente, os pesquisadores partiram da discussão de Junges & Massoni (2018), que aborda o consenso científico sobre a origem antrópica das mutações climáticas. Nesse sentido, embora haja uma controvérsia social sobre o tema, não há mais controvérsia científica. Assim, após décadas de pesquisa, há diferentes evidências e resultados teórico-empíricos que corroboram a noção de mutação climática antropogênica. Em seguida, elaboraram dois dossiês com argumentos provenientes de dois documentários *Uma Verdade Inconveniente* e *A Grande Farsa do Aquecimento Global*,<sup>2</sup> os quais defendem a tese a favor e contra (respectivamente) a natureza antropogênica da mutação climática.

Assim, o objetivo geral do trabalho é problematizar a tensão entre autonomia epistêmica e confiança na ciência, bem como os compromissos epistêmico-políticos de diferentes correntes sociológicas, partindo de noções do campo da Cosmopolítica. O primeiro objetivo específico é analisar os argumentos apresentados pelos dois documentários, investigando as dimensões epistêmicas, discursivas e políticas mobilizadas nos dois enunciados. A partir dessa análise, pretende-se discutir a rede de conceitos que precisa ser explorada para dar conta do problema sociocientífico em questão. O segundo objetivo específico é analisar um debate em uma turma de licenciatura em física, no qual cada grupo defende os argumentos de um documentário, de forma a

---

2 Ao analisar documentários, estamos buscando enunciados que tensionaram o que Latour (1999) chama de opinião pública, um elo fundamental para a prática científica. Assim, colocamos como elemento da discussão pedagógica documentários que circulam na população e podem influenciar as decisões coletivas sobre um problema sociocientífico. Esses dois foram escolhidos pois, pertencem a mesma categoria cinematográfica, apresentam teses opostas sobre as causas das mutações climáticas.

interpretar como que os diferentes participantes se relacionam com o tema e como que a autonomia epistêmica e confiança nos especialistas é mobilizada. Ao mesmo tempo, identificar como uma concepção sociológica da natureza da ciência foi mobilizada por esses alunos em questões de tomada de decisão.

## Referencial Teórico

O presente trabalho tem inspiração etnográfica (Green & Bloome, 2004) e, mais especificamente, parte da noção de Antropologia Simétrica de Bruno Latour (2013), segundo a qual humanos e não-humanos se unem por meio de um processo de hibridização para compor os atores que pertencem a cada coletivo. Assim, diferentes coletivos quando interagem, negociam e produzem significados para aquilo que é abstraído como sociedade e natureza, não mais a partir apenas de relações puramente humanas (sociais, políticas), nesse viés existem atores não-humanos que são fundamentais. Essa perspectiva se afasta de outras concepções tradicionais da sociologia da ciência ou dos estudos CTS, amplamente difundidos na educação em ciência, que reduzem as práticas científicas a seus aspectos políticos e socioculturais.

Na Antropologia Simétrica, discute-se que os constructos científicos são sociais, discursivos e naturais ao mesmo tempo (Latour, 2013), isto é, não podemos os reduzir a quaisquer dessas dimensões isoladamente. O reconhecimento da dimensão natural, sobretudo ao que tange a importância dos não-humanos, faz com que possa se comparar diferentes proposições em uma controvérsia científica, indicando qual mobiliza a rede mais extensa e estável (Latour, 2017), o que é amplamente discutido na Teoria Ator-Rede (Latour, 2005). Diferentes estudos na área de Educação em Ciências vêm mobilizando tal concepção (Lima et al. 2019; Coutinho & Silva 2016) vemos a proliferação do termo fake news bem como a divulgação de visões alternativas à ciência, como o terraplanismo, terapias integrativas, e negação do aquecimento global antropogênico. Não raramente, o pós-modernismo é responsabilizado por subsidiar teoricamente tais movimentos. No presente artigo, defendemos a tese de que tanto o discurso oficial da ciência (discurso modernista.

Na próxima subseção, discutimos mais detalhadamente tal concepção teórica e a contrastamos com um aporte teórico concorrente, a dizer, o Programa Forte da Sociologia (Bloor, 1991) a fim de evidenciar os diferentes compromissos epistemológicos e políticos que podem advir do quadro teórico mobilizado. A escolha de o contrastar com o Programa Forte se deve ao conflito histórico entre tais aportes (Bloor, 1999). A discussão, entretanto, pode ser ampliada passível de ser generalizada para comparar a Antropologia Simétrica e outras vertentes teóricas na intenção de procurar elementos que permitam esclarecer as questões filosóficas que são constitutivas da construção do conhecimento. Por isso, ressalta-se, que para o escopo desse artigo, a escolha destes referenciais foi além do conflito histórico entre O Programa Forte da Sociologia e Antropologia Simétrica, ela foi subsidiada, respectivamente, pela tese que leva a uma Educação em Ciências com desfecho relativista, e aquela que apresenta uma alternativa a essa tese puramente social.

A especificidade de tratar natureza e sociedade de forma simétricas a partir das redes estabelecidas por humanos e não-humanos faz com que o campo da Antropologia Simétrica traga elementos importantes para reflexão sobre a tensão entre autonomia epistêmica *versus* confiança nos especialistas. Discutimos essa especificidade na seção Educação para a Autonomia Versus Confiança na Comunidade Científica.

### **Programa Forte da Sociologia Versus Princípio de Simetria Generalizado**

Historicamente, o campo da Antropologia dedicou-se a estudar grupos afastados do que chamamos de sociedade moderna. Ou, quando se estudava algo de nossa sociedade, tomava-se como sujeito de estudo coletivos tipicamente marginalizados (Latour & Woolgar, 1997). Foi apenas recentemente, com o desenvolvimento da Antropologia de Laboratório, que o próprio cerne da sociedade moderna, as práticas científicas, passou a ser tomado como passível de estudo antropológico (Woolgar, 1982).

Tal demora se deve pelo fato de que, justamente, na base do pensamento epistemológico moderno reside a noção de que a ciência se afasta de tudo que é social ou culturalmente estabelecido, sendo ela fruto de um processo em direção ao que há de concreto e objetivo, como narra, por exemplo, Bachelard (1996). Por outro lado, reconhece-se que todo coletivo de humanos está submetido a disputas de poder, organizações sociais, mudança de agências, o que são elementos tipicamente sociológicos. A questão que surge, então, é até que ponto o próprio conhecimento científico também está sujeito a contingências locais ou pode, apesar de ser produzidos por comunidades social e culturalmente organizadas, ser considerado objetivo e livre de uma dimensão sociológica. A Sociologia do Conhecimento Científico (SSK — *Sociology of Scientific Knowledge*) marca, assim, um ponto importante na discussão sobre a ciência e sua relação com a sociedade.

Nesse contexto, pode-se ressaltar como um marco fundamental o desenvolvimento do Princípio de Simetria (Bloor, 1982) proposto no Programa Forte da Sociologia. Esse princípio é assim chamado, pois considera que, do ponto de vista metodológico, a sociologia deveria explicar tanto os “erros” quanto os “acertos” dos cientistas pelas suas características sociais e culturais, ou seja, tratando todos os percursos históricos de forma simétrica. Não haveria uma causa epistêmica que justificasse o “acerto” e o “erro”, essas noções mesmas passam a ter seu sentido borrado, na medida que aquilo que é considerado erro ou acerto é fruto de uma conjuntura social e não possui sentido absoluto.

Essa proposta foi fundamental para que possamos olhar para as práticas científicas a partir de uma perspectiva sociológica, uma vez que ela desnaturaliza o discurso absolutista oriundo da própria tradição científica. Por outro lado, deve-se ter consciência de que ela implica um alto grau de relativismo, uma vez que não conseguimos achar critérios que possam distinguir diferentes proposições sobre a realidade fora da cultura. Embora estejamos abordando o programa forte nessa seção, ele serve apenas como exemplo das diferentes perspectivas sociológicas que reduzem a prática científica

à sua dimensão social. Em questões sociocientíficas como as das mutações climáticas, podemos nos questionar quais são as implicações políticas e epistêmicas desse tipo de posicionamento. Ao longo da análise empírica, retomaremos essa questão.

No livro *Jamais Fomos Modernos*, Latour (2013) argumenta que o Primeiro Princípio de Simetria continua sendo assimétrico, pois, embora ele desconstrua a Natureza como algo objetivo, ele segue recorrendo a constructos sociológicos como se esses tivessem uma realidade autônoma. Reduzir as práticas científicas à dimensão social significa pressupor a existência de uma sociedade objetiva — o que sustenta uma assimetria. A partir dessa reflexão, Latour (2013) propõe o Princípio de Simetria Generalizado.

Latour propõe que as redes ou coletivos de humanos e não-humanos constroem tanto a natureza quanto a sociedade. Ou seja, ele segue sendo construtivista em uma perspectiva metafísica. Essa construção se dá em uma tensão de movimentos epistêmicos e políticos protagonizada por diferentes coletivos, o que pode ser denominado de cosmopolítica (Latour, 2018).

Diferentemente do Programa Forte, entretanto, Latour reconhece que diferentes redes possuem diferentes extensões e estabilidades e, por isso, podemos as hierarquizar em uma dada disputa sociocientífica (Latour, 2017). Essa hierarquização não é permanente e transcendental, mas segue também um processo histórico. Assim, Latour reconhece a dimensão política, social, discursiva da ciência sem recair em um relativismo extremo adotado em outras perspectivas socioculturais (Latour, 2001). Novamente, o que se pretende tensionar é como diferentes aportes teóricos permitem pensar situações complexas como as das mutações climáticas e, nesse sentido, resgataremos essa discussão ao longo da análise empírica.

### **Educação Para a Autonomia Versus Confiança na Comunidade Científica**

Há pelo menos trinta anos uma parte da literatura voltada para a Educação em Ciências vem construindo maneiras para que o cidadão participe e se posicione nas questões sociais, defendendo que as pessoas tenham autonomia nas suas decisões (Auler & Delizoicov, 2006; Sedano & Carvalho, 2017; Sasseron, 2018), não deixando que essas fiquem dependentes apenas dos especialistas que fazem parte da comunidade científica. Essa defesa pela autonomia parte do problema do mito da tecnocracia (Auler, 2001), em que a ciência ocupa um espaço análogo ao que a igreja ocupava em outros tempos.

Nessa perspectiva, a ciência diferencia-se dos outros discursos, pois dentro do cientificismo, ela é neutra, deixando que as aspirações pessoais e políticas dos que a fazem, fiquem fora das suas decisões. Mantendo a comparação, a igreja se respaldava na Bíblia da mesma forma que a Ciência se baseia na neutralidade. Essa visão tecnocrática, deposita na ciência o status de melhor decisão perante os problemas, devido ao seu entendimento técnico.

Os estudos históricos e os estudos sociológicos da ciência, entretanto, tem largamente problematizado a noção de uma ciência neutra e objetiva, reconhecendo que ela é social e culturalmente dependente. Mais do que isso, os problemas socialmente relevantes não são problemas puramente técnicos, mas também valorativos e, portanto, são interpretados diferentemente por diferentes grupos sociais, que têm diferentes valores, histórias e necessidades.

Logo, entregar a resolução dos problemas a especialistas que pertencem a uma comunidade científica que se sustenta num discurso neutro, tecnicista e antidemocrático apresenta limitações que podem levar a profundos prejuízos sociais. Alguns autores, inclusive, defendem que o negacionismo científico, em parte, surge como um descontentamento social com a pouca preocupação ou entrega social das comunidades científicas (Thuillier, 1989; Pacey, 1990; Herrera, 2000).

Em um modelo de democracia participativa (Pinhão & Martins, 2016), idealmente, os diferentes sujeitos e coletivos deveriam se posicionar sobre os problemas socialmente relevantes, incluindo aqueles de caráter técnico, uma vez que não são somente técnicos. Assim, os grupos — a partir de seus conhecimentos, valores, compromissos e necessidades — podem e devem tensionar o debate público para a construção de uma sociedade mais justa.

Uma educação que promova tal autonomia epistêmica e social encontra sustentação na proposta de Freire (2014). Para Freire, o processo educativo leva o educando de uma curiosidade ingênua a uma curiosidade epistemológica, em que esse passa a rigorosamente estudar, analisar e compreender sua realidade. Então na perspectiva freireana devemos educar as pessoas para que elas atinjam a curiosidade epistemológica e que possam assim, de forma autônoma, desenvolver essa criticidade, para entender a realidade do mundo. Indo ao encontro do que propõe (Auler, 2001), a Educação em Ciências deve ser capaz de promover esse tipo de autonomia ao invés de depositar informações. Essa noção concorda também com diferentes perspectivas do campo CTS (ciência, tecnologia e sociedade) (Deconto, 2014).

Por outro lado, como comentado na introdução, no caso das questões sociocientíficas, experienciamos viver em uma sociedade onde há grupos que desafiam as orientações dos especialistas. Eles alegavam justamente a não neutralidade da ciência, ressaltando seus compromissos políticos e econômicos, e defendiam a liberdade e autonomia na tomada de decisões. Nesse sentido, as pessoas que decidem não se vacinarem (de forma autônoma) colocam em risco toda a sociedade (Pietrocola et al., 2021). Poderia se contrapor dizendo que esse risco só afetaria aqueles que decidissem por essa opção, e os outros, aqueles que se vacinassem estariam salvos. Esse argumento não é coerente com o que aconteceu na pandemia, pois se uma maioria das pessoas não tivesse se vacinado, a circulação do vírus continuaria e além disso, sofreria mutações mantendo a situação de risco para a sociedade como um todo.

Portanto, em relação às mudanças climáticas, mesmo reconhecendo a dimensão política e social da ciência, mesmo sabendo que há várias falhas e disputas de poder, seguir as orientações dos especialistas pode salvar vidas. Nesse sentido, se torna necessário, em alguma medida, desenvolver a confiança nas ciências.

Para Junges & Espinosa (2020), alguns cientistas nos alertaram sobre o problema do coronavírus, e tiveram suas considerações muitas vezes relativizadas. Da mesma forma ocorre uma mobilização da comunidade científica para alertar sobre outras questões sociocientíficas, como a mutação climática antropogênica. É fundamental que as pessoas passem a tomar medidas de forma coletiva, indiferente da realidade que vivem e acreditam, pois problemas graves como mudanças climáticas extremas afetarão a todos os coletivos culturais.

Allchin (2022) diz que, confiar na ciência também é possuir ferramentas para poder diferenciar aqueles que falam com propriedade científica, daqueles que, são os “vigaristas científicos”. Confiar nas ciências apenas não basta, pois os mal intencionados muitas vezes usam essa própria confiança científica, para convencer de seus argumentos absurdos, através de estratégias de discurso, com uma semiótica estética que é bastante persuasiva. Por isso, apenas confiar na ciência não é o suficiente, se faz necessário saber ensinar a reconhecer em quem confiar.

Uma alternativa presente na literatura é que a Educação em Ciências contemporânea deveria proporcionar aos alunos uma capacidade de diferenciar entre uma ciência emergente e uma ciência já estabelecida, assim como também diferenciar uma opinião ou argumento de um único especialista em relação ao de uma comunidade científica (Junges & Espinosa, 2020). Um exemplo de como mediar entre essas duas perspectivas, quais sejam, privilegiando a autonomia ou a confiança, é a de formar um cidadão informado cientificamente. Esse teria a capacidade de diferenciar quando confiar nos especialistas e em que momento ser cético, e desta forma se manter autônomo, principalmente frente a complexidade que as questões sociocientíficas contemporâneas apresentam (Fensham, 2014).

Já para Lima & Nascimento (2022), confiar na ciência não significa confiar cegamente nos especialistas. Isso implicaria negar a dimensão social e política dos problemas contemporâneos. Assim, deve-se confiar na ciência desde que haja um diálogo coletivo que viabilize essa confiança. Nesse sentido, é papel da comunidade científica também conquistar a confiança da opinião pública.

Deve-se ressaltar, ademais, que os movimentos anti-ciência, que negam as contribuições dos especialistas nos levam a um mundo onde realidades alternativas podem ser construídas de forma autônoma, causando maiores dificuldades para a resolução das questões que necessitam de empreitadas coletivas, como no caso do das mudanças climáticas antropogênicas (Jasanoff & Simmet, 2017). Para Latour (2004), existem movimentos políticos que procuram manter as controvérsias científicas com a intenção de se beneficiar.

Assim, a confiança na ciência e a distinção de quem fala pela ciência passam a ser uma dimensão importante a ser equilibrada com a autonomia epistêmica. Mais do que isso, elas levantam questões sobre a própria relação do conhecimento científico com a sociedade. Uma concepção como a defendida pelo Programa Forte poderia subsidiar noções de autonomia em que as pessoas sozinhas poderiam dar conta de aprender sobre questões complexas indiferente do coletivo ao qual pertencem, enquanto a Antropologia Simétrica segue sustentando a noção de que é possível hierarquizar proposições sem ignorar a dimensão política da ciência.

## Metodologia de Pesquisa

A pesquisa realizada nesse trabalho se alinha com características de uma perspectiva etnográfica (Green & Bloome, 2004). Assim, primeiramente, os procedimentos e instrumentos para coleta de dados foram os usualmente empregados nessa perspectiva, quais sejam: gravação, transcrição e análise de áudios, diário de bordo uso de questionários, e, também, elementos de “cartografia das controvérsias” (Venturini, 2010). Mais do que o uso das ferramentas comuns aos processos etnográficos, a proposta dessa pesquisa vai ao encontro de concepções e compromissos metodológicos dos estudos etnográficos, em diálogo com teorias antropológicas. Em especial, a pesquisa foi concebida e realizada tomando como marco teórico-metodológico a Antropologia Simétrica (Latour, 2013) a Teoria Ator-Rede (Latour, 2005).

Alguns pressupostos importantes nessa abordagem e que guiaram nosso trabalho são os seguintes: (1) existem diferentes coletivos associados a diferentes naturezas e sociedades; (2) ainda que haja diferentes naturezas, pode-se hierarquizar proposições pela extensão e estabilidade das redes; (3) humanos e não-humanos compõem tais redes e, por isso, é necessário rastrear um complexo emaranhado de elementos para entender o processo de consolidação da realidade; (4) ainda que as práticas científicas indissociáveis das dimensões políticas e discursivas, não podemos ignorar o papel dos não-humanos na formação das redes. (5) O trabalho etnográfico consiste em mapear tais redes, ou descrever e interpretar as *performances* de diferentes atores dos diferentes coletivos.

A partir desses pressupostos, a pesquisa foi dividida em duas etapas. A primeira etapa consistiu em uma análise de dois documentários Uma Verdade Inconveniente e A Grande Farsa do Aquecimento Global. Em linhas gerais, a ideia dessa análise é, primeiramente, mapear os actantes que são mobilizados por cada rede, “seguindo os traços dos actantes” (Latour, 2016). Esses actantes são os participantes da rede, podendo ser tanto humanos como não humanos, estando associados a movimentos epistêmicos e políticos. Por exemplo, mapeamos a mobilização de actantes não-humanos na seguinte sentença: “a curva de concentração de dióxido de carbono aumentou a partir do período industrial” — nesse caso, o actante é o dióxido de carbono e sua performance é o aumento após a o período industrial. Por outro lado, mapeamos também movimentos que enfatizam aspectos sociais: “o parecer fornecido não é confiável porque a maioria dos

envolvidos não eram cientistas, mas políticos”. Nesse caso, desqualifica-se um actante, o parecer sobre aquecimento global, não usando um argumento epistêmico no sentido clássico, mas atacando a autoridade de quem elaborou o parecer.

Dessa forma, em um primeiro momento, obtivemos uma lista de actantes, performances e movimentos que subsidiam cada uma das duas teses. Na sequência, fizemos o rastreamento dos actantes. Verificamos quem eram as pessoas que aparecem no documentário, onde trabalhavam e qual a sua formação, bem como buscamos os dados e gráficos apresentados, verificando em que contexto e de que forma esses dados foram produzidos e quais os posicionamentos acadêmicos existentes sobre tais afirmações.

A partir da comparação dessas duas redes (incluindo os actantes originais e os rastros deixados), os pesquisadores puderam analisar e discutir se havia uma rede mais bem articulada e estável do que a outra. Ademais, essa análise também permitiu discutir, de uma forma geral, qual é o tipo de educação necessária para contribuir para uma opinião pública mais fundamentada, que seja capaz de se posicionar de forma madura sobre o tema em questão, trazendo subsídios para responder a primeira questão norteadora qual seja, *é factível que o ensino de ciências seja capaz de formar cidadãos aptos a se posicionar com maturidade em questões sociocientíficas?*

Tendo essas reflexões como ponto de partida, os pesquisadores, quais sejam, o professor titular, coordenador de um grupo de pesquisa em História e Filosofia para o Ensino de Física, e o professor estagiário, doutorando e participante desse mesmo grupo que pesquisa como que aspectos da cultura, podem mobilizar a opinião pública sobre a ciência, elaboraram dois dossiês com os argumentos de cada documentário. Em seguida, construíram uma unidade didática de onze períodos, ao longo da qual, uma turma de licenciatura em Física, que cursava a cadeira de Termodinâmica, pertencente ao sexto semestre regular do curso, composta de quatro alunos e alunas, deveria se dedicar ao tema do aquecimento global antropogênico. A unidade foi organizada para culminar em um júri simulado (metade da turma ficando responsável por uma tese), no qual argumentos de ambos os lados deveriam ser mobilizados.

Mais especificamente a unidade didática foi organizada com a estrutura apresentada na Figura 1. Durante a execução da atividade, foram coletados questionários, feitas anotações sobre o andamento das atividades, ministrado aulas e gravado, transcrito e analisado o júri simulado. Na sequência, foram analisados os actantes e fatores epistêmico-políticos mobilizados pelos estudantes, bem como a variação dos seus discursos ao longo do processo. A partir da análise desses dados, buscamos — então — responder as outras duas perguntas presentes na introdução *até que ponto a confiança nos especialistas deve substituir a autonomia epistêmica dos sujeitos? Além de, a partir do diálogo coletivo, é possível identificar uma rede mais estabilizada em casos socialmente controversos? Caso sim, quais critérios são usados?*

**Figura 1***Estrutura da Unidade Didática*

<b>Tempo</b>	<b>O que foi feito:</b>
1 período	Aplicação de um questionário inicial
2 períodos	Aula expositiva-dialogada, apresentação do problema e entrega dos dossiês
4 períodos	Grupos realizaram trabalho de estudo, pesquisa e criação de documentos para subsidiar seus argumentos. Esses documentos foram compartilhados com toda a turma.
2 períodos	Tempo para discussão em aula com colegas e professores.
2 períodos	júri simulado e debate entre todos os participantes. Após o júri, os participantes responderam um questionário final.

**Resultados**

Os resultados estão apresentados em duas partes: na próxima subseção apresentamos a análise dos documentários, na seguinte analisamos a unidade didática.

**A Análise dos Documentários**

Um documentário é um estilo de obra cinematográfica marcado pelo uso de referências a dados e eventos tido como reais (diferentemente de ficções, como dramas ou romances em que não há compromisso com uma correspondência entre elementos da obra e elementos externos a ela). Tratando-se de aquecimento global antropogênico<sup>3</sup>, sabendo antecipadamente que cada obra defende uma tese específica, supõe-se que seus objetivos sejam o de convencer o público sobre a tese apresentada.

Antes de assistir os documentários, uma primeira conjectura poderia ser que nesses se encontrassem uma maioria de elementos ditos epistêmicos a favor dos argumentos, trazendo gráficos, tabelas, equações, reações, etc., o que Latour chama de “elementos naturais” (Latour, 2013). Outra possibilidade seria imaginar que a disputa se dá em um campo puramente político, de forma que cada documentário poderia investir esforço em evidenciar os interesses e mecanismos de poder envolvidos na tese adversária. Por fim, poderia se esperar que ambos usassem elementos retóricos ou sobre o discurso em si.

Latour, entretanto, insiste que os problemas sociotécnicos são ao mesmo tempo naturais, sociais ou políticos, e discursivos. Essas três dimensões, segundo Latour (2013), estão sempre presentes. Poderíamos ter encontrado nos documentários algo diferente do que diz o autor, mas — de fato — nossa análise, como discutiremos, corrobora a tese do filósofo. É importante destacar que essa simultaneidade não nos impede de identificar essas três dimensões de forma separada (enquanto exercício de abstração), entretanto o objetivo é procurar as suas relações e a forma como se afetam mutuamente, e não apenas compreender a dimensão política, por exemplo e mover exemplos de contribuições naturais, o fundamental nessa perspectiva é poder tecer a rede que as relaciona.

<sup>3</sup> Embora, atualmente, seja mais comum usar o termo mutação climática, falaremos de aquecimento global por ser o termo usado nos documentários.

Nos dois documentários, identificamos elementos que são tipicamente chamados de naturais, bem como elementos que são tipicamente chamados de políticos, além dos elementos discursivos, mostrando que há uma costura entre esses fatores. A indissociabilidade entre fatores políticos e epistêmicos tem sido objeto de discussão em outros trabalhos de Educação em Ciências, como no caso da pandemia (Moura et al., 2021). Na Figura 2, mostramos um exemplo de cada tipo de argumento no documentário *A Grande Farsa do Aquecimento Global*.

**Figura 2**

*Conjunto de argumentos epistêmicos e políticos do documentário A Grande Farsa do Aquecimento Global*

Argumento	(h:min:s)	Argumento	Referência
<b>Político</b>	00:07:07	As causas antropogênicas tem como objetivo evitar o desenvolvimento dos países subdesenvolvidos.	James Shikwati
<b>Discurso</b>	00:08:30	O relatório que traz as evidências científicas sobre as mudanças climáticas, é frágil e incerto.	Nigel Lawson, ou Lord Lawson of de Blaby
<b>Científico</b>	00:14:23	O aumento da temperatura é a causa do aumento de (CO <sub>2</sub> ) e não o contrário.	Syun-Ichi Akasofu

Nesse primeiro excerto, temos, em poucos minutos de reprodução do documentário, três tipos de argumentos que tentam refutar as causas antropogênicas. A primeira alegação é feita por James Shikwati, um economista queniano conhecido por sua política de afirmar que a ajuda de países externos aos países africanos é prejudicial ao desenvolvimento desses países subdesenvolvidos. Isso porque, essa ajuda externa, impede que eles próprios produzam de uma forma livre, atrapalhando o livre comércio, o que acabaria dificultando o desenvolvimento. No documentário, ele sugere que os países subdesenvolvidos, ao utilizarem das mesmas maneiras de produção dos países desenvolvidos, ou seja, sem ajudas externas, poderiam estar contribuindo para a emissão de gases do efeito estufa e isso poderia contribuir para o aquecimento do planeta, assim, afirmar que o aquecimento global ocorre por causas antropogênicas não passaria de uma estratégia política para evitar o crescimento dos países subdesenvolvidos.

Na sequência, o documentário mobiliza a fala do político conservador inglês Nigel Lawson, afirmando que o argumento que defende a existência de desenvolvimento tecnológico capaz de permitir melhores medidas e coleta de dados mais confiáveis, não devem ser considerados verdadeiros, pois são frágeis e incertos. Nesse momento do documentário, fica claro, que Nigel, usa do discurso, e da sua posição política para tentar persuadir as pessoas, mobilizando mais um elemento que fortifique a sua rede, no entanto, ele não articula nenhum argumento, com dados naturais para corroborar a sua tese.

O terceiro argumento presente na Figura 2 foi proferido pelo cientista Syun-Ichi Akasofu, ex-diretor do International Arctic Research Center (IARC) da Universidade do Alaska. O cientista menciona que o aumento de temperatura do planeta faz com que a quantidade de (CO<sub>2</sub>) aumente e não o contrário. Ele não apresenta nenhum documento que possa corroborar tal afirmação. Apresentamos mais um conjunto de argumentos dos três tipos no mesmo documentário na Figura 3.

### Figura 3

*Conjunto de argumentos epistêmicos e políticos do documentário A Grande Farsa do Aquecimento Global*

Argumento	(h:min:s)	Argumento	Referência
<b>Científico</b>	00:35:08	A variação da temperatura do planeta Terra não ocorre de acordo com a variação de (CO <sub>2</sub> ) na atmosfera, mas sim com o ciclo de atividade solar.	Para os astrofísicos da Universidade de Harvard
<b>Político</b>	00:38:40	Foram motivações políticas que levaram o (CO <sub>2</sub> ) a ser considerado o problema crucial do aquecimento, iniciando-se por Margaret Thatcher.	Nigel Calder, Lord Lawson of de Blaby
<b>Discurso</b>	00:42:37	O movimento ambiental torna o (CO <sub>2</sub> ) o vilão das mudanças climáticas e o usa como evidência para defender suas causas.	Nigel Calder, Frederick Singer, Philip Stott, Patrick Moore

Esse segundo excerto inicia com o narrador do filme dizendo que para os astrofísicos de Harvard e muitos outros cientistas — o que pode passar a conjectura da formação de um consenso científico — a causa do aquecimento global é a irregularidade das emissões de energias oriundas das atividades solares, são elas que dirigem as mutações climáticas. Esse é um recurso muito usado por quem defende essa tese, entretanto na época de produção do documentário, já existiam estudos (Fröhlich, 2007) e (Kopp et al., 2005) que indicavam que a taxa de irradiação solar é praticamente constante. Logo, apenas assistindo ao documentário, sem um estudo prévio sobre o tema ou sem buscar outras referências, esse argumento que sugere que, ora o Sol envia mais radiação ora menos, e que isso poderia acarretar variação na temperatura da Terra, usa a estrutura de um argumento científico, usa dados para uma inferência lógica. Então, é um tipo de argumento que tenta provocar convencimento através de uma forma racional.

Em seguida, o comunicador científico Nigel Calder, juntamente com Nigel Lawson (também conhecido como, Lord Lawson of de Blaby) defendem que a escolha do (CO<sub>2</sub>) como vilão do aquecimento global, parte de problemas políticos no governo de Margaret Thatcher, sendo que a opção por esse gás é apenas uma escolha política.

A presença de argumentos no campo científico, político e discursivo, também aparece no documentário uma Verdade Inconveniente. Na Figura 4, mostramos um exemplo:

**Figura 4**

*Conjunto de argumentos epistêmicos e políticos do documentário Uma Verdade Inconveniente*

Argumento	(h:min:s)	Argumento	Referência
<b>Científico</b>	00:08:55	Ocorre aquecimento global devido ao efeito estufa e a composição da atmosfera.	Não cita explicitamente, mas traz um gráfico
<b>Científico</b>	00:12:00	Em 1958, inicia a medição da concentração de (CO <sub>2</sub> ) na atmosfera terrestre, a oscilação anual ocorre devido a ciclo da vegetação nos polos norte e sul do planeta.	Roger Revelle, Charles Keeling
<b>Discurso</b>	00:16:24	Algumas geleiras aparentemente estão derretendo.	Lonnie Thompson
<b>Científico</b>	00:19:49	É possível verificar a temperatura de milhares de anos atrás através de bolhas de ar presas nas geleiras e reconstruir um termômetro da temperatura.	Lonnie Thompson
<b>Político</b>	00:24:50	Seria profundamente antiético não se tomarem medidas, sabendo como estão os níveis de concentração de (CO <sub>2</sub> ), não seria só uma questão política, mas moral.	Não cita

O primeiro argumento da Figura 4 vai ao encontro do que a literatura especializada aponta, o problema da emissão em demasia dos gases do efeito estufa, ou seja, que a composição da atmosfera está mudando principalmente por causa da emissão de (CO<sub>2</sub>). Essa passagem reforça a necessidade de sempre se pesquisar sobre as referências, mas traz à tona outra questão, o quanto se faz presente a confiança nos especialistas, por que mesmo após se pesquisar, não é trivial exaurimos todos recursos para a análise das referências.

Já no segundo argumento, Al Gore, apresentador do documentário e ex-vice presidente dos Estados Unidos, que baseou sua carreira política na defesa do meio ambiente, expõe que, as medidas da quantidade de (CO<sub>2</sub>) na atmosfera só aumentaram, concordando com aquilo que é apontado na literatura e usando como referência Roger Revelle, físico, Norte-Americano reconhecido pelos seus estudos sobre as placas tectônicas, assim como, ser um pioneiro no estudo do aquecimento global. Ademais, cita Charles Keeling o responsável por apontar que a concentração de (CO<sub>2</sub>) na atmosfera está aumentando e por associar isso a causas antropogênicas. Já as oscilações que aparecem no gráfico mostrado no documentário, entenda-se por isso, subidas e descidas muito pontuais, ocorrem devido ao ciclo de emissão de (CO<sub>2</sub>) da vegetação. E que essas oscilações não influenciam na medida que aponta o aumento total de gás carbônico na atmosfera.

No terceiro argumento é usada uma estratégia de discurso em que se considera que as geleiras estão derretendo, para isso fotos de antes e depois são mostradas. Entretanto, ele cita como referência o paleontologista Lonnie Thompson, reconhecido por suas expedições para furar geleiras e extrair dados dessas análises. O quarto argumento ainda usa da mesma referência desse paleontologista, que defende que as bolhas de ar presas no gelo são capazes de remontar as temperaturas dos anos em que elas foram congeladas, trazendo mais um elemento natural que corrobora com a rede que defende que quando foram medidas maiores concentrações de (CO<sub>2</sub>) no planeta Terra, ocorreram também, maiores medidas da temperatura planetária.

Por fim, num apelo político, usando do discurso, Al Gore cita que deveriam se promover ações, para controlar o aumento na concentração de (CO<sub>2</sub>), pois não fazer nada a esse respeito seria antiético. É notável como os argumentos presentes na figura 4, mobilizam simultaneamente elementos humanos e não humanos que testemunham, e acabam por impactar uma rede de atores a partir de conceitos epistêmicos e políticos bem estabelecidos. Mais um excerto do documentário é apresentado na Figura 5.

**Figura 5**

*Conjunto de argumentos epistêmicos e políticos do documentário Uma Verdade Inconveniente*

Argumento	(h:min:s)	Argumento	Referência
<b>Científico</b>	00:54:30	O derretimento das geleiras da Groelândia e da Antártida.	Mostra gráficos e simulações
<b>Discurso</b>	01:01:30	A crescente demanda de energia relacionada com formas antigas de produzi-la, mostram que as atividades humanas se tornaram uma força da natureza.	Não cita as fontes
<b>Discurso</b>	01:12:20	Não ocorre discordância entre os cientistas sobre o aquecimento global ser antropogênico	Apresenta números
<b>Político</b>	01:15: 47	Os fatos científicos podem ser alterados politicamente por que levam a uma verdade inconveniente.	Não cita

Analisando os argumentos da Figura 5, começamos considerando, as imagens e simulações trazidas pelo documentário, que sustentam a diferença entre as camadas de gelo tanto da Groelândia quanto da Antártida. O que causa certa comoção no público visto que estes recursos impressionam, no entanto não são apresentadas as fontes para essas simulações.

Já o segundo argumento vem ao encontro das ações antropogênicas, ele defende que o fato de continuarmos com costumes antigos, mas com uma forma de produção contemporânea, que demanda maior quantidade de energia, faz com que as atividades humanas sejam capazes de influenciar na temperatura planetária, visto que uma maior demanda energética poderia desse modo, ser responsável pela emissão de uma maior quantidade de gases do efeito estufa.

O terceiro, afirma que não ocorrem discordâncias entre os cientistas, e isso é subsidiado a partir de um estudo que considera muitos trabalhos acadêmicos que defendem que as causas antropogênicas configuram uma forçante climática para o aquecimento global. Porém, como vimos no documentário: A Grande Farsa do Aquecimento Global, existem especialistas que apresentam opiniões contrárias.

Ao fim do documentário, Al Gore diz que, permanecer cético as causas antropogênicas, só pode ser explicado por estratégias políticas, pois contemporaneamente já existem elementos suficientes que levam a uma verdade que é inconveniente para muitos. Ademais, como mostramos nesse artigo, defender que o aquecimento global está ocorrendo por causas antropogênicas, é concordar com uma rede extensa de atores humanos e não humanos, composta por conceitos tanto epistêmicos quanto políticos que geram maior estabilidade e confiança do que aquilo que é apresentado no documentário: A Grande Farsa do Aquecimento Global. Ao longo de ambos os documentários, argumentos dos três tipos são mobilizados e uma síntese de todos estes se encontram na íntegra no Apêndice A.

Com o exposto, é possível perceber, como que, somente assistindo aos documentários, é difícil identificar qual é a rede mais estável, pois os recursos mobilizados pelos dois são parecidos. Para que a público possa opinar, ele mesmo precisa ir atrás de outras fontes, pesquisar, entender diferentes textos e argumentos e, então, chegar a uma conclusão. Para fazer isso, entretanto, ele passará por diferentes termos técnicos como temperatura, CO<sub>2</sub>, ciclo do carbono, espectro, entre outros.

Nesse sentido, uma educação que permita um posicionamento crítico sobre um tema sociocientífico parece exigir, para análise de alguns episódios específicos, um ensino qualificado de conteúdo para poder se definir qual é a rede mais estável. Sem ter uma compreensão, mesmo que superficial desses conceitos, não é possível transitar pela avalanche de informações (e desinformações) que existem na internet por exemplo, e definir quem pode estar falando pela ciência e quem pode ser um mal intencionado.

Deste modo, é inimaginável que alguém vai ser capaz de ir até as últimas consequências na análise do problema. Ao buscar informações sobre qualquer dos argumentos, vão ser encontrados novos gráficos, novas equações e novas teorias. Em algum momento, a pessoa interessada terá que confiar que aquelas informações estão corretas e precisará encerrar sua busca. Assim, se por um lado, é importante ter um mínimo de noções sobre conteúdos científicos, por outro lado, chegará um momento da busca em que se terá que decidir em qual fonte confiar e passar a responsabilidade (parcial) para os especialistas.

Ainda, muitos dos argumentos mobilizados são políticos e discursivos e, portanto, uma educação puramente conteudista não é suficiente para preparar os sujeitos para pensar tal problema. É necessária uma Educação em Ciências politizada, que esteja preparada para discutir a dimensão social e política da ciência.

Ademais, deve-se ter consciência de qual compromisso político se terá ao fazer tal discussão em sala de aula. A perspectiva adotada nesse artigo prevê determinar uma

rede mais estável e aponta para um caminho consensual a ser seguido. A adoção de outras perspectivas sociológicas, que reduzem o processo científico a questões de poder ou do discurso poderiam levar a um outro encaminhamento, paralisante frente aos problemas que temos, pois isso tomado como base de referência, inclina para uma relativização.

Por fim, advogamos a favor de uma educação cosmopolítica, em que não se privilegia nem um dos polos, natureza ou sociedade, mas se entende que se quisermos evitar a desinformação, se faz necessário um ensino em que essas duas dimensões sejam ensinadas simultaneamente, sobretudo que estejam entrelaçadas, e que esses entrelaçamentos possam ser mapeados e não colocadas em paralelo como frequentemente aparecem.

### **O Processo Cosmopolítico: A Construção de um Mundo Comum na Sala de Aula o que Mostraram o Júri Simulado e os Questionários**

Conforme mencionado, a partir do mapeamento dos argumentos antagônicos presentes nos documentários, os pesquisadores construíram dossiês que foram passados para os estudantes, no Apêndice B, apresentam-se na íntegra os argumentos de cada dossiê. Antes da entrega dos dossiês, os alunos responderam um questionário inicial, e na sequência, assistiram aulas sobre conteúdos necessários para o entendimento dos dossiês. Os alunos serão identificados por (A1), (A2), (A3) e (A4).

Iniciaremos analisando algumas respostas, sem nenhuma ordem específica, ao questionário inicial que tocam de forma direta a problematização mobilizada no referencial teórico e por isso se tornam representativas<sup>4</sup>. Todas as respostas se encontram na íntegra no Apêndice C. A primeira pergunta do questionário era *O que é o aquecimento global? O que causa esse aquecimento?* Resposta de (A1): É o aumento da temperatura média da Terra (acho que é algo do gênero, porque naturalmente a Terra fica mais ou menos quente ao longo de eras), o que causa isso eu não sei, mas a ação humana consegue acelerar o processo. Resposta de (A3): Aquecimento global consiste no aumento da temperatura média da superfície da Terra. Ele é causado pelo aumento da concentração de certos gases na atmosfera, os chamados gases do efeito estufa, como o (CO<sub>2</sub>).

Percebe-se que, na turma, há uma noção geral sobre o conceito de aquecimento global e uma concepção inicial de que ele possui relação com a atuação humana. Nesse sentido, a turma parece inicialmente já se alinhar com o que é defendido pela proposição hegemônica da comunidade científica. Entretanto, com a questão 6: *Quais são os argumentos que contrariam a existência de possíveis mudanças climáticas provenientes da ação humana?* temos as seguintes respostas: (A2): Não estou familiarizada. (A3): Ao longo da história foi comum em outras épocas que a temperatura da superfície tenha subido muito, bem antes da existência do homo sapiens. Sempre houve dias quentes (meu vô sempre fala isso).

4 Na seção de resultados, apresentaremos apenas algumas respostas de questões iniciais e finais e trechos do júri simulado, que são representativos do processo envolvido pela turma. Não há como analisar todas as respostas e todas as perguntas por conta da limitação de páginas do artigo.

Percebe-se que não há uma argumentação precisa que pondere ou justifique porque o aquecimento global teria causa antropogênica. Inclusive a resposta de (A3), nessa questão, aponta o contrário. Isso indica que os alunos conhecem qual é o posicionamento da comunidade científica, mas não sabem eles mesmos mobilizar argumentos para sustentar essa proposição. Tal elemento indica que a relação com esse tema não se dá tanto por meio da autonomia epistêmica, mas sim pela confiança nas comunidades científicas.

Vejamos agora as respostas dadas para o questionamento 9: *Suponha que algumas pessoas intimamente ligadas a grupos políticos apresentam resultados sobre o aquecimento global antropogênico. Essas relações políticas podem interferir nesses resultados? Caso sim, de que forma? E qual o impacto disso para a confiabilidade dos resultados.* Resposta de (A2): Sim, pois há interesses envolvidos em relações políticas. Acho que podem ocorrer de dados serem interpretados sobre certas lentes, ou até ocorrer omissão. Sobre confiabilidade, minha opinião é, tudo tem viés, acho que devemos questionar, os dados, independente de quem os publique. Já, (A4) respondeu da seguinte maneira: Política faz parte da ciência, mas devemos confiar mais nas instituições de todo o mundo. A ciência não se faz sozinha. Essas relações políticas, podem sim interferir nos resultados, alterando a confiabilidade do estudo se não fornece todas as provas ou alterar partes.

Ou seja, os discentes apresentam uma concepção inicial de que a ciência possui uma dimensão política. Não é possível reconhecer, entretanto, como isso pode afetar a validade do próprio conhecimento científico. Assim, pode-se reconhecer que o pequeno grupo de discentes possui concepções gerais sobre aquecimento global que estão, de fato, alinhados com as principais discussões da área. Nosso objetivo, na sequência, é entender como a análise e discussão dos dossiês permite que eles avancem em uma conclusão, agora, fundamentada.

No Apêndice D, encontra-se a transcrição do júri na íntegra. No artigo, traremos alguns excertos que se destacam e que nos permitem refletir sobre o processo de negociação sobre a realidade ao longo do júri. Os alunos (A1) e (A2) formam o grupo a favor, já (A3) e (A4) contra, as causas antrópicas do aquecimento global, (PT) e (PE), são respectivamente o professor titular e o professor estagiário. Em especial, na Figura 6, trazemos um diálogo em que a dimensão natural é mobilizada para desestabilizar a noção de aquecimento global antropogênico.

**Figura 6***Análise da transcrição do júri*

<b>(h:min:s)</b>	<b>Fala dos participantes</b>	<b>Comentário</b>
00:27:05	A3: Vocês trouxeram o argumento de Vênus, dizendo que tem uma atmosfera bem “maior” que a da Terra e por isso que ele foge do ajuste do modelo que foi feito, só que eu queria questionar em relação a Marte, vocês disseram que Marte apresenta uma atmosfera tênue então desprezível, então eu gostaria de questionar, fazendo as contas, Marte tem 13 vezes mais (CO <sub>2</sub> ) que o planeta Terra, isso é só pegar a quantidade de massa que tem a atmosfera da Terra, a quantidade de massa que tem na atmosfera de Marte e ver a concentração de dióxido de carbono da pra calcular tranquilamente, eu questiono como que em Marte que tem 13 vezes mais massa de (CO <sub>2</sub> ) na atmosfera, esse (CO <sub>2</sub> ) todo pode ser desprezível e aqui na Terra, pequenas mudanças que a gente está fazendo bem menores elas tem que ser altamente consideradas?	Esta pergunta foi consolidada pelos cálculos entregues aos professores, foi um argumento que não foi refutado pelo outro grupo. Desta maneira consideramos esse momento uns dos principais do júri, pois mostra que se faz necessário conhecimentos específicos dos conteúdos para poder refutar tal teoria.

Essa fala transcrita de (A3) se destaca. Perceba que o outro grupo não conseguiu responder a esse argumento. Quando foram adicionados actantes desconhecidos, e se abriu a caixa preta, fugindo das perguntas prontas, os alunos demonstraram uma dificuldade de argumentação, mesmo quando estimulados para um processo autônomo. Desta maneira, (A3) conseguiu usar um argumento potente, baseado em inferências lógicas, comuns em conceitos científicos. Assim, qualquer pessoa que não tivesse conhecimento dos conceitos científicos apropriados, poderia ter sido convencida, e acreditar num conceito errado, mas que através do poder de persuasão poderia ser entendido como correto. Portanto, conhecer os conteúdos pode ser um dos pontos-chaves para não ser ludibriado por estratégias de discurso que possam mover elementos naturais de forma errada como fator de convencimento, apesar do conteúdo não esgotar aquilo que se faz necessário, ele é fundamental para se posicionar perante questões sociocientíficas.

Os grupos continuam disputando sobre seus argumentos até que (A2) faz a seguinte pergunta, presente na Figura 7:

**Figura 7**

*Pergunta de (A2) transcrita do júri simulado*

(h:min:s)	Fala dos participantes	Comentário
00:39:38	<p>A2: No argumento de vocês, há uma fala sobre a saturação do (CO<sub>2</sub>), qual seria esse limite? Visto que em planetas como Vênus que tem uma concentração maior, a temperatura planetária é de 400 °C? E isso seria demais para a vida no planeta Terra. A3: a temperatura esperada (temperatura de equilíbrio) de Vênus já é alta, de aproximadamente 150 °C. Entretanto retomo a ideia da concentração de (CO<sub>2</sub>) em Vênus e considero que em Marte também é alta, mas que não apresenta temperatura desproporcional, ou seja, por que em um caso a concentração de (CO<sub>2</sub>) é argumento e na outra não? O grupo não precisa saber responder a isso, visto que isso anula o argumento. Já em relação ao limite, segundo o artigo utilizado (não citado) sugere que já se está muito próximo desse limite que a produção a mais agora não seria um problema, pois a diferença seria tão pequena que seria irrelevante. A2: a questão do limite não faz sentido, por que uma mínima variação de temperatura pode ser importante nas mudanças do planeta. Como exemplo, o que ocorre nos oceanos. A4: isso não faz sentido, por que seria um ato de discurso de esquerda, e o que ocorre na realidade é diferente.</p>	<p>Essa é uma argumentação muito boa, que de uma certa forma refuta o argumento e exige que dados mais elaborados sejam apresentados.</p> <p>O aluno A3 não consegue responder sobre o limite, e sua resposta é frágil ao dizer que se aproxima do limite. Entretanto, tem razão ao desvalidar a questão do (CO<sub>2</sub>), com uma clara estratégia de discurso. Essa passagem destaca-se pelo envolvimento de discurso e argumentos políticos que foram movidos.</p>

Nessa passagem (A2) usa dos pressupostos da literatura especializada para tentar enfraquecer o argumento de (A3), que acabou por invalidar que a concentração de (CO<sub>2</sub>), possa servir como causa do aquecimento do planeta. Como (A1) e (A2), não conseguem refutar de maneira satisfatória o que ocorre em Marte, (A3) aproveita e tensiona o júri a partir desse argumento com inferência científica. Isso reforça os apontamentos anteriores que apenas um conceito científico, nesse caso, o elemento natural, separado de uma educação política e das estratégias de discurso, não é capaz de convencer as pessoas. São necessárias amarras muito bem estruturadas entre argumentos epistêmico-políticos para que se possa ter confiança na ciência, e em quem fala por ela.

A participação de (A4), ao perceber que o argumento do limite de (CO<sub>2</sub>) era frágil, foi recorrer a uma estratégia de discurso, afirmando, com entonação vocal, que aquilo era uma falácia de pessoas de esquerda, sem evidentemente apresentar qualquer dado científico desta afirmação. Apesar do tom cômico, que tomou a sala nesse momento, podemos interpretar, que sua reação foi espelhar o que vemos com frequência nas audiências políticas públicas, em que os elementos de discurso, sem evidências científicas, também podem tentar enfraquecer a estabilidade das redes.

**Figura 8***Pergunta do professor titular sobre a rede mais estável*

<b>(h:min:s)</b>	<b>Fala dos participantes</b>	<b>Comentário</b>
01:05:31	PT: temos uma rede que é mais estável que a outra, então ao ler os argumentos vocês sentem que foram capazes de compreender todos os argumentos até o fim? Os alunos que foram a favor do aquecimento global por causas antropogênicas, ao ler os argumentos contrários, vocês foram capazes de contra-argumentar todos eles, 100%, ou não? A1: tive a sensação que sim. Do documento sim. PE: do documento entregue pelos colegas, ou do dossiê? A1: do documento dos colegas. A4: ao pesquisar os argumentos contra eu sempre achei que eles eram frágeis, que aquilo não seria suficiente para contrapor, que não ajudaria.	Aqui destacamos como a fala dos alunos é contraditória. No caso da argumentação anterior, sobre a atmosfera de Marte, A1 e A2, não foram capazes de refutar. Outro ponto interessante é que A3 e A4, repetem constantemente que os argumentos pesquisados por eles eram frágeis, mas esses argumentos foram responsáveis por tensionar o júri.

Essa passagem é importante, visto que, (A1) e (A2), não conseguiram refutar o argumento com inferências lógicas de (A3), e isso é contraditório, ao que responderam no júri. Isso corrobora com a interpretação de que os alunos acreditam no aquecimento global principalmente pela confiança nos especialistas. Ainda nesse sentido, analisemos a Figura 9:

**Figura 9***Momento em que os participantes assumem acreditar na ciência*

<b>(h:min:s)</b>	<b>Fala dos participantes</b>	<b>Comentário</b>
01:07:04	PT: as discussões, não foram suficientes para mostrar que o aquecimento global é antropogênico. As discussões mostraram uma correlação, mas quem garante que essa taxa de (CO <sub>2</sub> ) tão pequena emitida pelos humanos é a responsável pelo aquecimento global? Quando se fala do (CO <sub>2</sub> ), se considera ele como causa razoável, mas a gente não fez as contas para ver se essa quantidade (CO <sub>2</sub> ) produzido pelos seres humanos seria suficiente para causar o aquecimento do planeta. Ou seja, nós aceitamos, que esse acréscimo seja suficiente.	Nessa fala do professor, temos que, mesmo pesquisadores da área ou pessoas que estão estudando o aquecimento global, não vão até as últimas consequências, e que de certa maneira acreditamos nos especialistas.

### Figura 9

*Momento em que os participantes assumem acreditar na ciência (continuação)*

(h:min:s)	Fala dos participantes	Comentário
01:07:41	PT: Todos nós aceitávamos a priori que o aquecimento global era antropogênico. Agora após a atividade a gente continua achando que é, mas sempre dentro dessa perspectiva, a gente acha razoável os argumentos, então a gente não faz todas as contas e nem vai dar para fazê-las, mesmo que a gente se dedicasse somente a isso, então parece que no fim, não sei se vocês concordam ou não, e é isso que eu quero ouvir de vocês, o que nos faz aceitar o aquecimento global ser antropogênico, não é argumentação científica em si, mas a confiança nas instituições científicas?	Momento de tensionamento sobre o que se aborda no referencial teórico.
01:08:23	A3: Eu acredito que sim, que antes de trabalhar com essas questões apresentadas na aula eu não tinha a ideia da complexidade, eu sabia um pouco das justificativas, como eram abordadas.	Acreditamos na ciência, e por isso, mesmo graduandos de uma área da ciência se baseiam em crença nas instituições.

Após identificar que os alunos acreditam no aquecimento global por confiar na ciência e não necessariamente por terem construído esse conhecimento de forma autônoma, por mais críticos que possam ser, os alunos dizem que para eles o importante é conhecer o consenso científico, e que isso deveria ser transmitido pelas instituições responsáveis. A partir disso, os docentes começam a tensionar o debate para levantar o problema da confiança na ciência de uma forma mais ampla, o que aparece na discussão na Figura 10:

### Figura 10

*Importância das instituições*

(h:min:s)	Fala dos participantes	Comentário
01:13:47	A1: o que me interessa vale a pena ir atrás. Eu não tenho muito interesse na área ambiental. Eu me aprofundo no que eu me interessar. Já no que eu não me interessar, por padrão a gente segue o que as grandes instituições vão dizer, principalmente instituições internacionais. Eu não me interessar por biologia, então eu não posso opinar sobre vacina, porém se existe uma organização como a organização mundial da saúde (OMS) e ela diz algo, é uma boa ideia seguir o que ela recomenda. Esse seria o modus operandi.	Aqui parece que A1 segue cegamente o que uma instituição recomenda quando não é de seu interesse.

**Figura 10***Importância das instituições (continuação)*

<b>(h:min:s)</b>	<b>Fala dos participantes</b>	<b>Comentário</b>
01:14:51	PE: Tá, então quando você vai atrás daquilo que te interessa, que tu precisas, após fazer esse movimento, o que é necessário para que você se convença? A1: Ok, me interessei por vacina, o que eu faço? PE: o que você precisa saber para decidir sobre a vacina? A1: o principal, seria o caráter técnico. Admito que de novo cairíamos nisso, e não que o CTS não diga que o caráter técnico não é importante, é que na minha opinião em situações assim, que envolvem políticas públicas, o que deveria definir é o caráter técnico.	Essa fala reforça a ideia de entrega dos problemas para os especialistas.
01:15:43	PT: de fato essa é a nossa discussão, e a pandemia mostra isso com maior clareza, antes da pandemia eu era bem mais relativista, do que eu sou hoje: tá, o aquecimento global é produção cultural, daí tu tens uma pandemia e tu diz, a vamos ouvir os cientistas.	A pandemia, ou outro problema que necessite, de uma conduta coletiva da população, pode mostrar os novos caminhos da Educação em Ciências?

Nesse excerto se destaca, como se faz importante o papel das instituições, e por isso, a sua responsabilidade perante questões que influenciarão o futuro e sobrevivência da humanidade, como foi na pandemia de COVID-19, assim como serão as decisões que precisaram ser tomadas devido as mutações climáticas. Ainda nessa parte da interpretação da transcrição do júri simulado, mostramos como se faz pertinente conduzir tais questões pelos referenciais que defendem uma educação cosmopolítica por que ao não os usar, seria perigoso. Perceba que, ao deixarmos as questões das mutações climáticas, a mercê de um ensino apenas direcionado para a autonomia epistêmica, aliado a discursos com estratégias persuasivas, poderia levar a resultados análogos aos que ocorreram na campanha de combate a pandemia e que são ilustrados pelos trechos abaixo da Figura 11.

**Figura 11**

*A busca do consenso*

(h:min:s)	Fala dos participantes	Comentário
01:16:00	A3: Tá quero me aprofundar no assunto e aí vou atrás das boas instituições, tá, mas e daí, quais são as boas instituições? Dai vou atrás do ministério da saúde que me orientou a tomar cloroquina, isso é muito bizarro. Querendo ou não, talvez não esteja tão claro qual é a instituição que eu possa confiar. Talvez o que torne a instituição boa seja uma decisão política. Ou seja, ser uma boa instituição é relativo ao contexto. PT: a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprova, terapias integrativas como Reiki e constelação familiar, que são terapias que falam sobre o universo e a energia vital e isso está numa portaria oficial do ministério da saúde.	A3, tensiona visto que a decisão de se tomar cloroquina no combate a COVID-19 era ir contra o consenso científico mundial, mas que no Brasil, a instituição responsável por isso recomendava o uso, logo uma decisão totalmente política.
01:17:25	PE: Ok, imaginemos que eu queira saber sobre terapias integrativas. Vou atrás, o que eu preciso saber tecnicamente para entender, teoria quântica? Ok, então eu vou estudar quântica até os últimos limites para entender? O tom da pergunta causa empolgação nos participantes. A3: Exato, então quero entender as terapias integrativas vou pegar um livro didático e estudar toda a quântica? Claro que não! Vou acabar vendo um vídeo do “youtube” e isso pode me levar a uma concepção totalmente errada. PE: A gente acaba acreditando nas instituições e elas me mandam tomar cloroquina e fazer terapias integrativas.	Esse seria o problema de acreditarmos cegamente nos especialistas ou nas instituições.
01:18:18	A1: então o que importa é o consenso. Não que este não erre, mas que ele acaba eximindo a pessoa de culpa. A3: como tu sabe que existe um consenso? Dependendo do contexto político que se encontra o consenso, ele pode ser alterado.	O caráter político parece estar intimamente ligado com a ciência, entretanto apenas a política não resolve o problema.

A Figura 11 mostra que, a partir dos tensionamentos dos professores, o coletivo dessa turma concorda como é importante a busca por um consenso, e que isso seja responsabilidade das instituições científicas, auxiliando na tomada das decisões públicas. Porém, a maneira como as instituições tomam suas decisões muitas vezes baseadas apenas na esfera política, não é considerada correta, advoga-se que diferentes atores, de diferentes esferas sociais devem contribuir nesse processo de construção do consenso e não um único cientista ou uma única instituição.

Insistimos na importância dessa discussão, será que basta para as instituições ter referências de técnicas científicas? (Polo da natureza). Ou será, que se pode resolver os problemas que decidirão sobre nossa sobrevivência, apenas com discursos políticos? (Polo sociedade). Estamos potencializando a discussão do quanto se faz necessário um olhar cosmopolítico para os problemas contemporâneos, pois a partir desta referência seria possível argumentar sobre o aumento da responsabilidade social das instituições.

As respostas as questões do questionário final, podem ratificar o que estamos discutindo, iniciamos pela questão 8, qual seja:

*Considerando-se que você está num curso de licenciatura e será um(a) professor(a), quais foram as características positivas e negativas de toda a metodologia adotada? — É importante que durante as aulas sejam executados debates de posicionamentos derivados de argumentos, sejam científicos ou sociais? É papel do(a) professor(a) de Física conseguir propiciar terreno para esse tipo de aula? (Justifique).*

(A3): Foi muito positivo estudar os argumentos pensando em uma argumentação. Para o meu caso (contra o aquecimento global ser antropogênico) o estudo dos argumentos deixou clara as falhas da argumentação que eu conhecia. É papel para o professor dar espaço para esse tipo de discussão, pois é esse debate, essa temática que justifica o ensino de ciências. Assim, formar alunos com esses debates capacita eles a participar e acompanhar o debate político sobre esses problemas sociocientíficos, e sem o conhecimento e criticidade necessária, eles ficaram a “mercê” da opinião de outros. Acho importante comentar que fiquei bastante ansioso com o momento do debate, o que pode ser um ponto negativo para a metodologia. Entretanto julgo que seja algo mais relacionado com a minha pessoa e não com a metodologia.

Aqui (A3) mostra que gostou da atividade, e como a Educação em Ciências pode impactar no posicionamento e nas decisões sociais.

Já, sobre a questão 9:

*São necessárias argumentações políticas para tratar desse assunto? Explique.*

(A1) responde: Ao meu ver não há como dissociar ciência de política. Temas como esse, geram diferentes interesses, e política é também sobre defender seus interesses. E se para aumentar a produção uma empresa vir a precisar liberar gases ou destruir rios, ela o fará, porque essa é a lógica do mundo que vivemos e a menos que os governos barrem, essas empresas vão defender o seu lado.

Aqui, a resposta de (A1) tenta manter a ciência e política sempre relacionados, mas não da forma como se defende na perspectiva cosmopolítica. Nesse sentido, a política e o discurso não devem apresentar apenas interesses particulares e serem usados como uma maneira de persuadir os outros sem que exista segurança e confiabilidade naquilo que se pretende advogar. Essa segurança, se cria a partir do entrelaçamento entre actantes humanos e não humanos, essa união entre elementos naturais, discursivos e políticos, em que uns agem sobre os outros, é o que configura uma rede, e com isso pode-se considerar a sua estabilidade. Não basta, dizer que o (CO<sub>2</sub>) não é responsável pelo aquecimento global, é preciso mover agentes não humanos suficientes que impactem o maior número de atores possíveis, para que essa perspectiva seja considerada coerente. O que não é o caso.

Traremos agora a questão 4:

*Depois das atividades executadas na disciplina, se pode dizer que existem controvérsias científicas sobre: (Justifique)*

*d) quais as ações cotidianas, de diferentes escalas, que podem ser executadas por nós seres humanos, em relação ao aquecimento global antropogênico?*

Respondendo a essa questão consideraremos a resposta de (A2), ao item d:

Bem... Existe uma série de ações que são discutidas anualmente em congressos, reuniões etc. Essas ações são: redução das emissões dos gases estufa, eficiência energética, uso de transporte sustentável, agricultura e gestão florestal e por fim conscientização pública. Esse tópico me causa algumas inquietações, porque mesmo falando de uma comunidade científica ela é composta por pessoas, com crenças e ideologias. (...). A primeira é, como um carro elétrico pode ser considerado um transporte sustentável nesse momento? Eles são abastecidos por energia elétrica que é gerada em algum lugar de alguma maneira, e nos sabemos que a geração dessa energia não necessariamente é a mais “amiga” da natureza, além disso, esse carro é alimentado por baterias que de tempos em tempos precisam ser trocadas, e isso mexe com o extrativismo. Talvez, não faça tão “mal” quanto um carro a combustão, mas ainda me parece ingênuo (talvez). A outra coisa é, a conscientização pública, talvez seja o nome, mas isso me dá a impressão de individualização da responsabilidade. A necessidade de mudança de hábito é real para muitos países, mas deve ser individual. É uma política de governo, pois não é todo mundo que consegue mudar seus hábitos, mesmo sendo bombardeado por certos estímulos, ou sem o auxílio de incentivos do governo como isenção de taxas para o uso de energia solar, por exemplo.

Apesar da literatura não apontar consenso de quais medidas são necessárias para mitigação das consequências das mudanças climáticas, se sugere que as ações sejam coordenadas nas mais variadas instâncias da democracia. O que se destaca na resposta, é como (A2), coloca apenas nas decisões políticas a responsabilidade pela mudança. O que vai de encontro ao que estamos advogando, é exatamente essa separação entre natural, social e discurso, que permite que a confiança em quem fala de ciência e pela ciência se desfaz.

## Considerações Finais

Temos a intenção nessa seção de responder as questões de pesquisa subsidiados pelo que descrevemos e interpretamos dos seguintes objetos de pesquisa: (i) argumentos retirados dos documentários; (ii) questionário inicial; (iii) transcrição do júri simulado (iv) questionário final.

A **primeira questão** norteadora: *é factível que o ensino de ciências seja capaz de formar cidadãos aptos a se posicionar com maturidade em questões sociocientíficas?*

O modelo hegemônico de ensino, uma vez que pressupõe uma ciência neutra e desassociada das questões culturais e políticas está longe de viabilizar a formação de cidadãos capazes de se posicionar sobre questões socialmente relevantes. Por outro lado, o campo crítico da área de Educação em Ciências parece, no geral, ter diminuído a preocupação com o ensino e aprendizado de conceitos, os quais — como se interpretou nesse estudo — são necessários para que se possa navegar por meio das controvérsias. Nos alinhamos com a defesa da importância das práticas investigativas em sala de aula (Scarpa et al., 2017), mas ressaltamos que investir esforços apenas com o que envolve o

ensino por investigação, que privilegia os recursos epistêmicos, não dá conta de atender as necessidades impostas pela complexidade de tais questões.

Ademais, a complexidade dos temas socialmente relevantes faz com que seja virtualmente impossível esgotá-los em sala de aula, seja em relação aos conteúdos técnicos ou aos fundamentos políticos necessários, de forma que, em alguma medida, precisa-se confiar na ciência e em quem fala pela ciência. Assim, precisamos de um ensino que valorize essa confiança ao mesmo tempo que problematiza essa confiança.

Não existe uma fórmula ou equação que diga o quanto devemos confiar. Por isso, a abordagem de Junges & Espinosa (2020) mostra como é intrincado esse confronto entre confiança e autonomia, mas sugere que deveríamos ensinar em quem confiar, se aproximando muito da perspectiva de Allchin (2022), na qual o autor aponta que o problema não é a confiança na ciência, inclusive sugere que os “vigaristas científicos” usam de falas científicas, ou em nome da ciência, para persuadir. Assim, não é simples ou fácil definir quem é um representante da ciência. Portanto, o que estamos apontando é que não tem uma saída fácil, e cada situação deverá ser analisada de maneira individual; e a solução, construída coletivamente. Alinhamo-nos ao que foi exposto em Lima & Nascimento (2022), compreendendo que é papel da comunidade científica auxiliar nessa confiança, mas que somente isso não resolve o problema. Assim, precisamos que a Educação em Ciências contemporânea seja aquela que aponta para essas construções coletivas, em que ações individuais são insuficientes, o que vai ao encontro da perspectiva cosmopolítica.

A **segunda questão** norteadora: *até que ponto a confiança nos especialistas deve substituir a autonomia epistêmica dos sujeitos?*

Conforme discutimos ao longo do trabalho, é impossível conhecer todos os conceitos envolvidos numa questão até as últimas instâncias, ou seja, é utópico pensar que alguém, de forma autônoma, dará conta de todos os conceitos, sejam políticos ou científicos, para entender as mudanças climáticas por exemplo. Assim, sugerir que basta ensinarmos para autonomia epistêmica não é suficiente. Logo, a defesa do campo CTS de promover essa autonomia é apenas parte da tarefa (a qual não deve ser abandonada), mas deve vir associada a um compromisso de promover uma confiança crítica na ciência. Porém, ensinar a confiar nos especialistas também é algo utópico, pois uma única pessoa, ou uma única instituição, não é capaz de se posicionar sobre todas as variáveis das questões sociocientíficas. Como apontamos nos resultados, a ANVISA adota uma política em relação ao Reiki. Se ela dialogasse com a Sociedade Brasileira de Física (SBF) e outras instituições, ainda consideraria o Reiki como algo viável?

Portanto, as questões sociocientíficas nos levam a criticar a ideia de um currículo mínimo, de uma solução universal, de uma lista do que ensinar, e como ensinar. Estamos considerando que não basta substituir a autonomia epistêmica, por confiança na ciência, ou vice e versa, a questão deve ser analisada caso a caso. Nesse sentido, propostas como a da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no Brasil vão de encontro a uma Educação em Ciências que seja capaz de preparar os cidadãos para se posicionar sobre os problemas contemporâneos. Logo, qualquer resposta prévia, global, é insuficiente.

Nossa interpretação dos resultados corrobora a noção de que não há uma saída fácil.

A **terceira questão** de pesquisa: *a partir do diálogo coletivo, é possível identificar uma rede mais estabilizada em casos socialmente controversos? Caso sim, quais critérios são usados?*

Quando olhamos unicamente para os documentários, não era possível identificar qual a rede mais estável. Ambos os documentários apresentavam argumentos naturais, sociais e discursivos para sustentar sua tese. Somente por meio de uma investigação mais detalhada foi possível se posicionar a favor da tese das mutações climáticas antropogênicas como uma rede mais extensa e estável. Por outro lado, na sala de aula, o debate apresentou flutuações, de forma que houve bons argumentos contrários à tese hegemônica. Mesmo assim, os alunos — ao final — disseram concordar com a tese do aquecimento global antropogênico, indicando que — para esse coletivo — a confiança na ciência é um fator predominante. Quando o debate foi, então, tensionado para evidenciar que, eventualmente, órgãos reguladores podem adotar postura anticientífica, o coletivo avançou para a proposta de um amadurecimento do debate público, em que diferentes organizações, comunidades e grupos possam tensionar o debate em prol de um consenso social.

Esse resultado reforça a importância de uma Educação em Ciências cosmopolítica que seja capaz de formar cidadãos preparados para esse debate público maduro. Além disso, como considerado nas respostas anteriores, cada caso, para cada coletivo, pode se necessitar de um conjunto de conceitos científicos e políticos diferentes. A sensibilidade para definir quais seriam esses conceitos reforça o papel de confiar no professor e na importância de sua formação. Tal reconhecimento vai ao encontro de uma formação de professores como intelectuais críticos (Contreras, 2002).

Por fim, partimos do pressuposto de que o papel da Educação em Ciências deve permitir ao cidadão uma maior participação nas diferentes instâncias democráticas bem como uma maior capacidade de transitar pelas diferentes esferas de poder e decisão. Com os resultados construídos nesse trabalho, podemos afirmar que tal objetivo só pode ser alcançado se fomentarmos a autonomia epistêmica ao mesmo tempo que investimos em uma confiança crítica na ciência. Essa confiança crítica significa reconhecer a ciência como uma comunidade também social e política, ainda que suas proposições não possam ser reduzidas à dimensão social e política.

Essa conclusão nos leva a defender também a importância de olhar para o processo de ensino e aprendizado de conceitos científicos, e simultaneamente, problematizar e entrelaçar os compromissos políticos e sociais da ciência. Ao fazer isso, a partir de uma perspectiva cosmopolítica, podemos avançar no entendimento da ciência como prática social sem cair na inatividade e relativismo de outras vertentes pós-modernas, o que é crucial se quisermos superar as situações agudas como a pandemia ou as mutações climáticas.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGenFís), da UFRGS, pelo apoio. O pesquisador Nathan Willig Lima e a pesquisadora Andreia Guerra de Moraes agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de produtividade. E o doutorando Eduardo Gois agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de doutorado, tornando possível a realização da pesquisa.

## Referências

- Allchin, D. (2022). Who speaks for science?. *Science & Education*, 31(6), 1475–1492. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00257-4>
- Allchin, D., Bergstrom, C. T., & Osborne, J. (2024). Transforming Science Education in an Age of Misinformation. *Journal of College Science Teaching*, 53(1), 40–43. <https://doi.org/10.1080/0047231X.2023.2292409>
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê?. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 3(2), 122–134. <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030203>
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2006). Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. *Seminário Ibérico CTS no ensino das ciências: las relaciones CTS en la Educación Científica*, 4, 1–7.
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico*. Contraponto.
- Blancke, S., & Boudry, M. (2022). “Trust Me, I’m a Scientist” How Philosophy of Science Can Help Explain Why Science Deserves Primacy in Dealing with Societal Problems. *Science & Education*, 31(5), 1141–1154. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00373-9>
- Bloor, D. (1982). *Sociologie de la logique ou es limites de l’épistemoogie*. Éditions Pandora.
- Bloor, D. (1991). *Knowledge and Social Imagery*. The University of Chicago Press.
- Bloor, D. (1999). Anti-Latour. *Studies History and Philosophy of Science*, 30(1), 81–112. [https://doi.org/10.1016/S0039-3681\(98\)00038-7](https://doi.org/10.1016/S0039-3681(98)00038-7)
- Contreras, J. (2002). *A autonomia de professores*. Cortez.
- Collins, H. M., & Evans, R. (2002). The third wave of science studies: Studies of expertise and experience. *Social Studies of Science*, 32(2), 235–296. <https://doi.org/10.1177/0306312702032002003>
- Coutinho, F. A., & Silva, F. A. R. (2016). *Seqüências didáticas: propostas, discussões e reflexões teórico-metodológicas*. UFMG: FAE.

- Deconto, D. C. S. (2014). *A perspectiva ciência, tecnologia e sociedade na disciplina de metodologia do ensino de física: um estudo na formação de professores à luz do referencial sociocultural* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul). Lume: Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://hdl.handle.net/10183/109803>
- Fensham, P. J. (2014). Scepticism and trust: two counterpoint essentials in science education for complex socio-scientific issues. *Cultural Studies of Science Education*, 9, 649–661. <https://doi.org/10.1007/s11422-013-9560-1>
- Freire, P. (2014). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Editora Paz e terra.
- Fröhlich, C. (2007). Solar irradiance variability since 1978: Revision of the PMOD composite during solar cycle 21. *Solar Variability and Planetary Climates*, 125, 53–65. <https://doi.org/10.1007/s11214-006-9046-5>
- Green, J., & Bloome, D. (2004). Ethnography and ethnographers of and in education: A situated perspective. In J. Flood, D. Lapp, & S. B. Heath (Eds.), *Handbook of research on teaching literacy through the communicative and visual arts* (pp. 181–202). Routledge.
- Guerra, A., & Moura, C. B. D. (2022). História da Ciência no ensino em uma perspectiva cultural: revisitando alguns princípios a partir de olhares do sul global. *Ciência & Educação (Bauru)*, 28, e22018. <https://doi.org/10.1590/1516-731320220018>
- Herman, B. C., Clough, M. P., & Rao, A. (2022). Socioscientific issues thinking and action in the midst of science-in-the-making. *Science & education*, 31, 1–35. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00306-y>
- Herrera, A. (2000). Civilização ocidental não dá respostas à crise atual. In R. Dagnino (org.), *Um intelectual latino-americano* (pp. 141–146). UNICAMP/IG/DPCT.
- Jasanoff, S., & Simmet, H. R. (2017). No funeral bells: Public reason in a ‘post-truth’ age. *Social Studies of Science*, 47(5), 751–770. <https://doi.org/10.1177/0306312717731936>
- Jasanoff, S., Hilgartner, S., Hurlbut, J. B., Özgöde, O., & Rayzberg, M. (2021). *Comparative Covid response: crisis, knowledge, politics*. CompCoRe Network, Cornell University. <https://www.hks.harvard.edu/publications/comparative-covid-response-crisis-knowledge-politics>
- Junges, A. L., & Espinosa, T. (2020). Ensino de ciências e os desafios do século XXI: entre a crítica e a confiança na ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1577–1597. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1577>
- Junges, A. L., & Massoni, N. T. (2018). 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*, 18(2), 455–491. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182455>

- Kincheloe, J. L., & Tobin, K. (2009). The much exaggerated death of positivism. *Cultural Studies of Science Education*, 4, 513–528. <https://doi.org/10.1007/s11422-009-9178-5>
- Kopp, G., Lawrence, G., & Rottman, G. (2005). The total irradiance monitor (TIM): science results. *Solar Physics*, 230, 129–139. <https://doi.org/10.1007/s11207-005-7433-9>
- Latour, B. (1999). Science's Blood Flow: An Example from Joliot's Scientific Intelligence. In B. Latour, *Pandora's Hope: Essays on the reality of science studies* (pp. 80–112). Harvard University Press.
- Latour, B. (2001). Gabriel Tarde and the End of Sociocultural. In P. Joyce (Ed.), *The Social in Question. New Bearings in History and the Social Sciences* (pp. 117–132). Routledge.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor Network Theory*. Oxford University Press.
- Latour, B. (2013). *Jamais Fomos Modernos*. Editora 34.
- Latour, B. (2016). *Cogitamus: Seis Cartas Sobre as Humanidades Científicas*. Editora 34.
- Latour, B. (2017). *A Esperança de Pandora - Ensaios Sobre a Realidade Dos Estudos Das Ciências*. Editora da UNESP.
- Latour, B. (2018). Qual Cosmos, Quais Cosmopolíticas? Comentário Sobre as Propostas de Paz de Ulrich Beck. *Revista Do Instituto de Estudos Brasileiros*, (69), 427–441. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-901x.v0i69p427-441>
- Latour, B. (2019). *Políticas Da Natureza: Como Associar as Ciências à Democracia* (3ª ed.). Unesp.
- Latour, B. (2020). *Onde Aterrizar? Como Se Orientar Politicamente No Antropoceno?*. Bazar do Tempo.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1997). *A Vida de Laboratório: A Produção Dos Fatos Científicos*. Relume Dumará.
- Lemke, J. (2011). The secret identity of science education: Masculine and politically conservative?. *Cultural Studies of Science Education*, 6, 287–292. <https://doi.org/10.1007/s11422-011-9326-6>
- Lima, N. W., & Nascimento, M. M. (2022). Not only why but also how to trust science: Reshaping science education based on science studies for a better post-pandemic world. *Science & Education*, 31, 1363–1382. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00303-1>
- Lima, N. W., Vazata, P. A. V., Ostermann, F., & Cavalcanti, C. J. D. 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, 155–189. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u155189>
- Massi, L., Agostini, G., & Nascimento, M. M. (2021). A teoria dos campos de Bourdieu e a educação em ciências: possíveis articulações e apropriações. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 21, e24691, 1–29. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u383411>

- Moura, C. B., Nascimento, M. M., & Lima, N. W. (2021). Epistemic and Political Confrontations Around the Public Policies to Fight COVID-19 Pandemic: What can Science Education learn from this episode?. *Science & Education*, 30, 501–525. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00193-3>
- Pacey, A. (1990). *La Cultura de la Tecnología*. Fondo de Cultura Económica.
- Pereira, A. A. G., & dos Santos, C. A. (2022). Proposta teórico-conceitual para a análise da confiabilidade e credibilidade de (des) informações científicas nas mídias: implicações para o Ensino de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 39(3), 688–711. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2022.e83882>
- Pigozzo, D., & Nascimento, M. M. (2023). Uma exploração antropológica do rastro digital da CPI da Pandemia para a educação em ciências. *Ensino e Tecnologia em Revista*, 7(1), 379–393. <http://dx.doi.org/10.3895/etr.v7n1.16707>
- Pietrocola, M., Rodrigues, E., Bercot, F., & Schnorr, S. (2021). Risk society and science education: Lessons from the Covid-19 Pandemic. *Science & Education*, 30(2), 209–233. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00176-w>
- Pinhão, F., & Martins, I. (2016). Cidadania e ensino de ciências: questões para o debate. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 18(3), 9–29. <https://doi.org/10.1590/1983-21172016180301>
- Thuillier, P. (1989). O contexto cultural da ciência. *Ciência Hoje*, 9(50), 18–23.
- Sasseron, L. H. (2018). Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 1061–1085. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>
- Scarpa, D. L., Sasseron, L. H., & Silva, M. B. (2017). O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. *Tópicos Educacionais*, 23(1), 7–27. <https://doi.org/10.51359/2448-0215.2017.230486>
- Sedano, L., & de Carvalho, A. M. P. (2017). Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 10(1), 199–220. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p199>
- 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>
- Woolgar, S. (1982). Laboratory Studies: A Comment on the State of the Art. *Social Studies of Science*, 12(4), 481–498. <https://www.jstor.org/stable/284825>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socio scientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>



**Eduardo Gois**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil  
goisfisica@gmail.com



**Nathan Willig Lima**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil  
nathan.lima@ufrgs.br



**Andreia Guerra de Moraes**

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca  
Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil  
andreia.guerra96@gmail.com

## Editora Responsável

Aline Andréia Nicolli

Periódico financiado pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências — ABRAPEC



---

### Manifestação de Atenção às Boas Práticas Científicas e Isenção de Interesse e de Responsabilidade

Os autores declaram ser responsáveis pelo zelo aos procedimentos éticos previstos em lei, não haver qualquer interesse concorrente ou pessoais que possam influenciar o trabalho relatado no texto e assumem a responsabilidade pelo conteúdo e originalidade integral ou parcial.

---

Copyright (c) 2024 Eduardo Gois, Nathan Willig Lima, Andreia Guerra de Moraes



Este texto é licenciado pela **Creative Commons BY 4.0 License**

Você tem o direito de Compartilhar (copiar e redistribuir o material em qualquer meio ou formato) e Adaptar (remixar, transformar e construir sobre o material para qualquer finalidade mesmo comercialmente) sob os seguintes termos de licença:

Atribuição: você deve dar os devidos créditos, fornecer um link para a licença e indicar se foram feitas alterações. Pode fazê-lo de qualquer maneira desde que fique claro que o licenciante não endossa você ou seu uso.

ShareAlike: se você remixar, transformar ou construir sobre o material, deve distribuir suas contribuições sob a mesma licença do original.

---

## Apêndice A

### Argumentos dos Documentários

Figura A1

*A Grande Farsa do Aquecimento Global*

Argumento	(h:min:s)	Argumento	Referência
Científico	0:00:35	O gás carbônico (CO <sub>2</sub> ), não é o responsável pelo aquecimento global.	Algumas pessoas que ainda não foram identificadas.
Científico	0:01:37	Variações de temperaturas, com marcas extremas, são pertencentes ao ciclo do planeta.	Algumas pessoas que ainda não foram identificadas.
Discurso	0:02:24	O aquecimento global é produzido pela mídia.	Nir Shaviv
Político	00:04:30	O aquecimento global antropogênico, se tornou uma ideologia política.	Philip Stot, Patrick Moore
Político	00:05:56	Os cientistas do clima criaram um problema, qual seja, o aquecimento global antropogênico, para manter seus empregos.	Roy Spencer, Richard Lindzen, John Christy
Discurso	00:06:50	Existe uma censura e intimidação para os cientistas que não concordam com as causas antropogênicas.	Nigel Calder
Político	00:07:07	As causas antropogênicas tem como objetivo, evitar o desenvolvimento dos países subdesenvolvidos.	James Shikwati
Discurso	00:08:30	O relatório que traz as evidências científicas sobre as mudanças climáticas, é fraco e incerto.	Lord Lawson of de Blaby
Político	00:12:53	Não se deveria relacionar as atividades as atividades industriais, ao aquecimento global.	Patrick Michaels
Científico	00:14:23	O aumento da temperatura é a causa do aumento de (CO <sub>2</sub> ) e não o contrário.	Syun-Ichi Akasofu
Científico	00:15:40	Não se deve relacionar o aquecimento global ao acúmulo de (CO <sub>2</sub> ) na atmosfera.	Tim Ball, John Chrity
Científico	00:16:40	A temperatura da atmosfera numa altura de 10 km acima da superfície não corresponde com a temperatura prevista no modelo.	Richard Lindzen, Frederick Singer e John Christy
Discurso	00:20:35	O documentário: Uma Verdade Inconveniente, é explicitamente atacado, devido aos seus apontamentos sobre a evidência de (CO <sub>2</sub> ).	Ian Clark, Frederick Singer e Tim Ball.
Científico	00:24:45	As principais fontes de (CO <sub>2</sub> ), são os vulcões, os animais, a vegetação e os oceanos.	Produção do documentário
Científico	00:25:47	O oceano é um reservatório capaz de absorver e emitir grandes capacidades de (CO <sub>2</sub> ).	Carl Wunsch

**Figura A1***A Grande Farsa do Aquecimento Global (continuação)*

<b>Argumento</b>	<b>(h:min:s)</b>	<b>Argumento</b>	<b>Referência</b>
<b>Científico</b>	00:28:28	O Sol é o principal responsável pelo aquecimento global, devido aos seus ciclos de atividade.	Philip Stott, Piers Corbyn
<b>Científico</b>	00:32:15	As nuvens e sua relação com os raios cósmicos são causas do aquecimento global.	Produção do documentário
<b>Científico</b>	00:35:08	A variação da temperatura do planeta Terra não ocorre de acordo com a variação de (CO <sub>2</sub> ) na atmosfera, mas sim com o ciclo de atividade solar.	Um astrofísico da Universidade de Harvard (Nome não citado).
<b>Político</b>	00:38:40	Motivações políticas que levaram o (CO <sub>2</sub> ) a ser considerado o problema crucial do aquecimento, iniciando-se por Margaret Thatcher.	Nigel Calder, Lord Lawson of de Blaby
<b>Discurso</b>	00:42:37	O movimento ambiental torna o (CO <sub>2</sub> ) o vilão das mudanças climáticas e o usa como evidência para defender suas causas.	Nigel Calder, Frederick Singer, Philip Stott, Patrick Moore
<b>Político</b>	00:43:55	Ocorre uma transposição das ideias comunistas após a queda do muro de Berlim, para um tema em que estes poderiam ganhar espaço político, não se preocupando de fato com problemas ecológicos.	Patrick Moore
<b>Político</b>	00:45:14	O aquecimento global antropogênico se torna a principal fonte de recursos econômicos para pesquisas científicas.	Niger Calder, Frederick Singer, Richard Lindzen.
<b>Discurso</b>	00:50:49	Os modelos de previsão de mudanças climáticas são facilmente manipuláveis pelos cientistas e pela mídia.	Carl Wunsch
<b>Científico</b>	00:55:00	O derretimento das geleiras é cíclico.	Syun-Ilchi Akasofu
<b>Científico</b>	00:56:32	O aumento do nível do mar é devido a expansão térmica dos oceanos.	Philip Stott, Carl Wunsch

## Figura A2

### *Uma Verdade Inconveniente*

<b>Argumento</b>	<b>(h:min:s)</b>	<b>Argumento</b>	<b>Referência</b>
<b>Científico</b>	00:08:55	Ocorre aquecimento global devido ao efeito estufa e a composição da atmosfera.	Não cita explicitamente, mas traz um gráfico.
<b>Discurso</b>	00:09:37	As camadas finas da atmosfera estão ficando mais espessas devido a poluição.	Não cita.
<b>Científico</b>	00:12:00	Em 1958 se inicia medida da concentração de (CO <sub>2</sub> ) na atmosfera, a oscilação anual ocorre devido a ciclo da vegetação nos polos norte e sul do planeta.	Roger Revelle, Charles Keeling. Mostra como funciona esse mecanismo.
<b>Discurso</b>	00:16:24	Algumas geleiras aparentemente estão derretendo.	Lonnie Thompson. Mostra-se fotos do antes e depois.
<b>Científico</b>	00:19:49	É possível verificar a temperatura de milhares de anos atrás através de bolhas de ar presas na geleiras e reconstruir um termômetro da temperatura.	Lonnie Thompson. Um gráfico é mostrado.
<b>Científico</b>	00:20:27	Existe uma relação entre o aumento de temperatura e o aumento da concentração de (CO <sub>2</sub> ).	Um gráfico é mostrado.
<b>Político</b>	00:24:50	Seria profundamente antiético não se tomarem medidas, sabendo como estão os níveis de concentração de (CO <sub>2</sub> ), não seria só uma questão política, mas moral.	Não cita.
<b>Científico</b>	00:28:08	A temperatura de inúmeras cidades do mundo está subindo assim como a dos oceanos.	Apresenta gráficos com as projeções dos modelos de cientistas especializados.
<b>Científico</b>	00:30:06	As tempestades tem sido mais intensas devido ao aquecimento dos oceanos.	Apenas mostra imagens e nomes de furacões
<b>Político</b>	00:37:05	Estamos entrando na era das consequências climáticas e não mais dos avisos sobre elas, até mesmo a indústria de seguros já percebeu que as catástrofes serão mais comuns.	Não cita.
<b>Científico</b>	00:39:12	O aquecimento global causa evaporação do solo.	Não cita.
<b>Científico</b>	00:44:03	A área de gelo sobre o polo Norte está decaindo.	Mostra um gráfico
<b>Científico</b>	00:44:52	As águas oceânicas estão ficando mais quentes por que o gelo que antes refletia agora está diminuindo e desta forma a energia do Sol é absorvida.	Aparece uma explicação.

**Figura A2***Uma Verdade Inconveniente (continuação)*

<b>Argumento</b>	<b>(h:min:s)</b>	<b>Argumento</b>	<b>Referência</b>
<b>Científico</b>	00:51:33	As estações do ano também estão sendo alteradas pelo aquecimento global, afetando a fauna.	Mostra gráficos.
<b>Científico</b>	00:54:30	O derretimento das geleiras da Groelândia e da Antártida.	Mostra gráficos e simulações
<b>Discurso</b>	01:01:30	A crescente demanda de energia relacionada com formas antigas de produzi-la, mostram que as atividades humanas se tornaram uma força da natureza.	Não cita as fontes.
<b>Discurso</b>	01:12:20	Não ocorre discordância entre os cientistas sobre o aquecimento global ser antropogênico	Apresenta números.
<b>Político</b>	01:15: 47	Os fatos científicos podem ser alterados politicamente por que levam a uma verdade inconveniente.	Não cita.
<b>Político</b>	01:23:25	Os recursos técnicos para se evitar esse colapso climático já existem o que falta é o desejo político.	Não cita.

## Apêndice B

### Argumentos dos Dossiês

Argumentos do dossiê 1	Argumentos do dossiê 2
I. O gás carbônico (CO <sub>2</sub> ) não é o responsável pelo aquecimento global.	I. A concentração de (CO <sub>2</sub> ) na atmosfera é preocupante.
II. O ciclo (CO <sub>2</sub> ) natural tem porcentagem muito maior que o produzido pelos seres humanos.	II. O principal responsável pelo aquecimento global é o (CO <sub>2</sub> ).
III. Por volta dos séculos X e XI, já existiam variações de temperaturas registradas.	III. O que permite afirmar que o (CO <sub>2</sub> ) é principal responsável pelo aquecimento global é a forma como interage com a radiação.
IV. A variação na atividade solar é responsável pelas variações de temperatura.	IV. O aquecimento global provoca o derretimento das geleiras.
V. Os raios cósmicos associados as nuvens reduzem a temperatura do planeta.	V. O crescimento da temperatura média do planeta atinge números inéditos.
VI. A mídia gera argumentos falsos com objetivos econômicos tentando associar o aquecimento global a produção de (CO <sub>2</sub> ) derivada das atividades humanas.	VI. O aquecimento de poucos graus Celsius pode modificar consideravelmente o clima.
VII. O aquecimento global antropogênico é uma narrativa baseada numa ideologia política, com a intenção de frear o desenvolvimento econômico.	VII. Ocorre um derretimento rápido das geleiras do polo Norte.
	VIII. Um ponto que merece atenção é o crescimento populacional atrelado a formas antigas de comportamento.
	IX. Já existe consenso na comunidade científica sobre o aquecimento global ser por causas antropogênicas.

## Apêndice C

### Perguntas e Respostas dos Questionários

Figura C1

*Perguntas dos questionários*

Questão	Questionário Inicial	Questionário final
1	O que é o aquecimento global? O que causa esse aquecimento?	O que é o aquecimento global? O que causa esse aquecimento?
2	O que é o efeito estufa? Qual a explicação Física desse fenômeno?	O que é o efeito estufa? Qual a explicação Física desse fenômeno?
3	É possível que as mutações climáticas no planeta Terra sejam causadas pela ação da humanidade?	É possível que as mutações climáticas no planeta Terra sejam causadas pela ação da humanidade?
4	O aquecimento global antropogênico (aquele produzido pelos humanos) é um fato científico, ou existem controvérsias?	Depois das atividades executadas na disciplina, se pode dizer que existem controvérsias científicas sobre: (Justifique) a) efeito estufa? b) o aquecimento global antropogênico? c) quando e como ocorrerão as mutações climáticas provenientes do aquecimento global antropogênico? d) quais as ações cotidianas, de diferentes escalas, que podem ser executadas por nós seres humanos, em relação ao aquecimento global antropogênico?
5	A camada de ozônio tem ligação com o aquecimento global?	A camada de ozônio tem ligação com o aquecimento global?
6	Quais são os argumentos que contrariam a existência de possíveis mutações climáticas provenientes da ação humana?	Quais são os argumentos que contrariam a existência de possíveis mutações climáticas provenientes da ação humana?
7	As mutações climáticas geram consequências nas vidas das pessoas? Se sim, quais?	As mutações climáticas geram consequências nas vidas das pessoas? Se sim, quais?

## Figura C1

### Perguntas dos questionários (continuação)

Questão	Questionário Inicial	Questionário final
8	Você toma alguma atitude na sua vida relacionada às mudanças climáticas? (Há algo que você faça ou deixe de fazer por conta das mudanças climáticas).	Considerando-se que você está num curso de licenciatura e será um(a) professor(a), quais foram as características positivas e negativas de toda a metodologia adotada? — É importante que durante as aulas sejam executados debates de posicionamentos derivados de argumentos, sejam científicos ou sociais? É papel do(a) professor(a) de Física conseguir propiciar terreno para esse tipo de aula? (Justifique).
9	Suponha que algumas pessoas intimamente ligadas a grupos políticos apresentam resultados sobre o aquecimento global antropogênico. Essas relações políticas podem interferir nesses resultados? Caso sim, de que forma? E qual o impacto disso para a confiabilidade dos resultados.	São necessárias argumentações políticas para tratar desse assunto? Explique.

## Respostas dos Questionários Iniciais

### Aluno (A1)

- 1) O registro de temperatura média do mundo está aumentando. Há diversas causas do aumento da temperatura e a mais relevante dentro da comunidade acadêmica é a ação antrópica.
- 2) É o fenômeno do aumento da temperatura por alterações da composição da atmosfera do planeta.
- 3) Sim.
- 4) O aumento da temperatura é um fato, porém a responsabilidade antrópica ainda está em disputa científica.
- 5) Sim.
- 6) Efeito estufa é algo que ocorre em outros planetas. Há fenômenos como erupção de vulcões, que liberam efeitos de gases do efeito estufa.
- 7) Sim, e vão desde a qualidade do sono até a frequência de desastres naturais.
- 8) Reciclo o lixo.
- 9) Sim, não sei como, mas não necessariamente há uma redução da confiabilidade.

**Aluno (A2)**

- 1) É o aumento da temperatura média da Terra (acho que é algo do gênero, porque naturalmente a Terra fica mais ou menos quente ao longo de eras), o que causa isso eu não sei, mas a ação humana consegue acelerar o processo.
- 2) Tem a ver com os raios solares que chegam na Terra e ficam presos na camada de ozônio (eu acho).
- 3) Em certo grau, sim. Um exemplo disso é que o desmatamento da Amazônia, interfere no regime de chuvas do sudeste.
- 4) Sim, a controvérsia que eu tive contato foi sobre ser um efeito natural, como se invalidasse nossa participação na aceleração do processo.
- 5) Não sei, sei que tem a ver com efeito estufa.
- 6) Não estou familiarizada.
- 7) Sim, aumento no nível do oceano gera a “invasão” do litoral pela água e pode trazer problemas de moradia, assim como chuvas intensas. Secas e chuvas intensas podem prejudicar a atividade agrícola. Entre realmente muitos outros.
- 8) Diminuí meu consumo de carne a 10% de minha dieta. Tento comprar roupas usadas ou de empresas sustentáveis “na maioria das vezes não são acessíveis”.
- 9) Sim, pois há interesses envolvidos em relações políticas. Acho que podem ocorrer de dados serem interpretados sobre certas lentes, ou até ocorrer omissão. Sobre confiabilidade, minha opinião é, tudo tem viés, acho que devemos questionar, os dados, independente de quem os publique.

**Aluno (A3)**

- 1) Aquecimento global consiste no aumento da temperatura média da superfície da Terra. Ele é causado pelo aumento da concentração de certos gases na atmosfera, os chamados gases do efeito estufa, como o (CO<sub>2</sub>).
- 2) O efeito estufa é o qual retém a energia irradiada pelo sol na superfície da Terra, assim permitindo a temperatura ao longo da noite permanecer próxima da temperatura do dia. Ele explica pela característica de tais gases de devolver a irradiação emitida da superfície da Terra (que reflete a radiação do Sol), e que dissipara essa energia para fora da Terra.
- 3) Sim, pois nós estamos mudando o meio ambiente de modo bastante “violento” com a emissão de certos gases e com a destruição de certos ambientes naturais (como florestas) ou a poluição de outros ambientes naturais (oceano, atmosfera).
- 4) Aquecimento global antropogênico é um fato científico.
- 5) Acho que a camada de ozônio não tem relação com o aquecimento global. Ela protege os seres humanos de “partes” (certas frequências das ondas eletromagnéticas) da luz que tem potencial cancerígena para a pele. Mas acho que a contribuição do ozônio interfere pouco no aumento da temperatura da Terra.

- 6) Ao longo da história foi comum épocas em que a temperatura da superfície da Terra aumentou muito, bem antes da existência do homo sapiens. Sempre houveram dias quentes (meu vô sempre fala isso).
- 7) Sim, muitas. Muitos idosos morrem por ondas de calor. A seca pode ser fatal em certos contextos, pode prejudicar a agricultura, aumentar os preços dos alimentos.
- 8) Não faço nada. Acredito que qualquer atitude individual é pouco relevante perante esse cenário. Será necessário uma mudança (ou várias) radicais na sociedade, uma reestruturação completa.
- 9) O grupo pode escolher artigos em específico, ou informações convenientes para seu ponto de vista, mas, em tese, o viés político não deveria interferir nos resultados. Embora hoje existam *fake news*, e pesquisas falsas. Isso impacta muito na confiabilidade dos resultados, levando a polarização política, “a época da pós-verdade”.

#### **Aluno (A4)**

- 1) Aquecimento global é o aquecimento da temperatura média do planeta Terra. Isso é causado pela emissão de gases destruidores da camada de ozônio, o que protege nosso planeta dos raios U.V. com isso temos o efeito estufa que causa o aquecimento do planeta.
- 2) O efeito estufa é quando o planeta é esquentado pelos raios de Sol e não consegue perder esse calor, aumentando a temperatura média do planeta. É causado pelos gases.
- 3) Não só é possível como é quase um consenso da comunidade científica.
- 4) Sempre existem controvérsias, mas as evidências apontam que sim, é um fato científico.
- 5) Sim!
- 6) Já vi argumentos dizendo que a mudança de temperatura terrestre é uma fase que o planeta passa de tantos em tantos anos.
- 7) Atualmente não conseguimos ver mudanças.
- 8) Eu não joga lixo na rua.
- 9) Política faz parte da ciência, mas devemos confiar mais nas instituições de todo o mundo. A ciência não se faz sozinha. Essas relações políticas, podem sim interferir nos resultados, alterando a confiabilidade do estudo se não fornece todas as provas ou alterar partes.

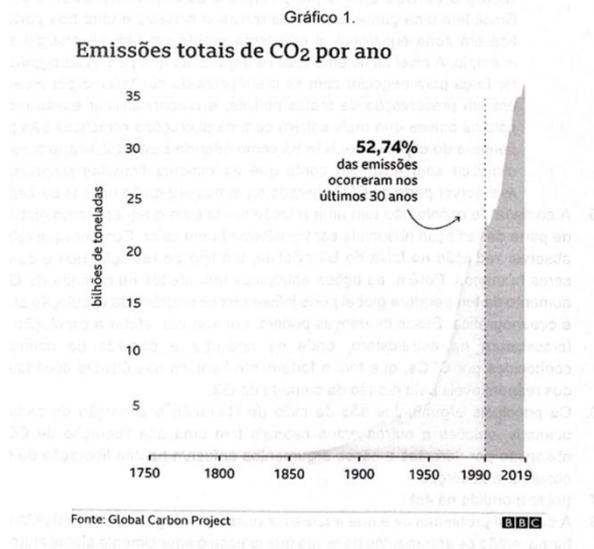
### **Respostas dos Questionários Finais**

#### **Aluno (A1)**

- 1) Aquecimento global é um fenômeno que começou a se observar no final do século XX, quando foi percebido um aumento da temperatura média global. Hoje se sabe que o fenômeno é potencializado pela liberação de gases do efeito estufa, porém é importante ressaltar que se trata de um fenômeno

muito complexo que não é explicado única e exclusivamente pela liberação de gases do efeito estufa.

- 2) Efeito estufa é um fenômeno natural que permite a vida no nosso planeta, esse fenômeno acontece em todos os planetas que possuem atmosfera. O pilar da física que melhor explica esse fenômeno é a Termodinâmica junto com a Lei de Stephan Boltzmann. O efeito estufa é um fenômeno natural que ocorre na atmosfera da Terra e é responsável por manter a temperatura do planeta em um nível adequado para a vida. A atmosfera terrestre é composta por gases que absorvem a radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre e pelos gases que a compõem. O processo envolve a absorção de radiação infravermelha pela atmosfera, que é então reemitida em todas as direções, incluindo de volta para a superfície da Terra, resultando em um aumento da temperatura.
- 3) Sim. Hoje, dentro da academia científica já podemos dizer que a responsabilidade do aquecimento global é responsabilidade humana, e esse fenômeno tem sido potencializado nos últimos anos. Além disso, o Gráfico 1, demonstra que nos últimos 30 anos emitimos 52,74% da emissão desde 1850.



- 4) a) Segundo a epistemologia de Laudan, pode-se dizer que o efeito estufa é um fato e traz explicações relevantes. Mesmo dentro da comunidade científica o que está em questão é sobre quem deve ser responsabilizado pelo fenômeno. b) O consenso acadêmico é inegável, visto que Instituições renomadas como as responsáveis por prêmios como o Nobel (no caso da física é a Royal Swedish Academy of Sciences) reconhecem o aquecimento global antropogênico através de prêmios concedidos a trabalhos acadêmicos que corroboram com essa ideia. c) Elas ocorrem hoje. Aumento de catástrofes geradas por Tornados estão cada dia mais frequentes e mais intensos. Já há estudos que relacionam queda na qualidade de sono de populações mais pobres devido a temperaturas. Em cidades litorâneas a linha de areia está cada dia menor.

- d) Sinceramente eu sou muito incrédulo que mudanças individuais serão suficientes para gerar um impacto satisfatório. O menor nível que eu consigo aceitar para que haja mudanças é a nível estadual com políticas públicas que incentivem ações para mudanças na mobilidade urbana, em mudanças na matriz energética para fontes renováveis e limpas. Essas políticas públicas só vão surtir efeito se houver um diálogo com políticas federais que além de responsabilizar os estados também responsabiliza empresas tanto por liberação de CO<sub>2</sub> quanto por poluição e consumo inconsciente de água. O Brasil tem uma gama enorme de recursos naturais e uma boa parte do país fica em zona equatorial, o que torna propício o uso de energia solar, por exemplo. A nível latino americano é importante que países se organizem para ter força para negociar com as metrópoles do capitalismo por investimentos em preservação de matas nativas, e responsabilizar essas metrópoles, pois os países que mais sofrem com as alterações climáticas são países da periferia do capitalismo. Não há como falar de sustentabilidade e consciência climática sem levar em conta que as maiores florestas responsáveis por reabsorver parte do CO<sub>2</sub> liberado na atmosfera estão nessas periferias.
- 5) A camada de ozônio não tem uma relação direta com o aquecimento global, apesar de parte da radiação absorvida ser transformada em calor. Sua principal relevância é absorver radiação na faixa do Ultravioleta, um tipo de radiação que é danosa para seres humanos. Porém, as ações antrópicas têm efeitos na camada de O<sub>3</sub>, pois o aumento da temperatura global pode influenciar os padrões de circulação atmosférica e oceanográfica. Essas mudanças podem, por sua vez, afetar a circulação de ar e a temperatura na estratosfera, onde se encontra a camada de ozônio. Gases conhecidos por CFCs, que foram fortemente banidos nas últimas décadas, são um dos responsáveis pela erosão da camada de O<sub>3</sub>.
  - 6) Os principais argumentos são do ciclo de liberação e absorção do carbono, pois oceanos, vulcões e outros entes naturais tem uma alta liberação de CO<sub>2</sub> que é absorvido por florestas e esses argumentos enfocam na alta liberação de CO<sub>2</sub> sem observar a absorção.
  - 7) Foi respondido na 4c.
  - 8) A principal problemática é que a temática utilizada não gerou uma real polarização da turma, então os argumentos do grupo que criticou o aquecimento global antropogênico estavam defendendo algo que já é consenso na comunidade, e o (A4) me relatou que a maior dificuldade foi encontrar contra argumentos sérios sobre o assunto. Imagino que a maioria das pessoas que traga contra argumentos para essa situação se baseie em argumentos de autoridade ou pseudocientíficos. Como futuro professor acredito que júris simulados são uma ferramenta muito oportuna para desenvolver argumentação entre os alunos, além de ser uma ótima forma de mobilizar

conhecimentos para a argumentação. Discussões pós dinâmica sobre o que motivou a decisão podem ser muito proveitosas para explicitar o caráter social da ciência. Contudo acredito que o júri simulado só deveria ser usado quando a turma dividir opiniões sobre o assunto, fazer um levantamento sobre quem é a favor, contra e sem opinião. Os que não tem uma opinião serão o júri, que tomará a decisão final.

- 9) Ao meu ver não há como dissociar ciência de política. Temas como esse, geram diferentes interesses, e política é também sobre defender seus interesses. E se para aumentar a produção uma empresa vir a precisar liberar gases ou destruir rios, ela o fará, porque essa é a lógica do mundo que vivemos e a menos que os governos barrem, essas empresas vão defender o seu lado.

### **Aluno (A2)**

- 1) O aquecimento global é o aumento da temperatura média da Terra. Esse aumento é causado pela maior concentração de gases do efeito estufa ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,...) na atmosfera devido à atividade humana.
- 2) O efeito estufa é um fenômeno que ocorre na atmosfera da Terra, protegendo a superfície dos raios U.V. emitidos pelo sol. Além disso é esse fenômeno que mantém a temperatura superficial da Terra própria para o desenvolvimento da vida como conhecemos. Os raios solares emitidos que chegam na Terra são, em parte, absorvidos e reemitidos para o espaço (também podem ser refletidos). Devido à atmosfera, que contém gases do efeito estufa, parte da radiação reemitida é absorvida por esses gases, os quais são ativos radioativamente para comprimentos de onda longos isso significa que eles absorvem infravermelho. Sendo assim, são transparentes à radiação visível.
- 3) Sim, a produção de alimentos, roupas, atividade industrial aumenta os níveis de gases do efeito estufa na atmosfera. Isso fez com que a temperatura média da Terra aumentasse, causando uma série de eventos como o aumento do nível do mar, regime de ventos alterados, etc.
- 4) a) Não, a existência do efeito estufa é tida como consenso. Isso se baseia em anos de pesquisa e observação da temperatura média da Terra e da concentração de gases do efeito estufa. b) Não é amplamente aceito na comunidade científica que a atividade humana é responsável pelo aumento da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera. Existem grupos que negam e questionam a intervenção humana, porém esse debate é baseado em opiniões política ou ideológicas e pesquisas e artigos que já foram refutados por outras produções. c) Apesar de evidências de mudanças climáticas não há um consenso de quando e como elas ocorrerão exatamente. Porque o clima pode ser afetado por diversos fatores, antropogênicos ou naturais, ou seja, é algo muito complexo. Mesmo que existam modelos, eles não são uma cópia exata da realidade, logo incapaz de representar todas as nuances climáticas. Além disso, imagino que nossas ações futuras acerca da emissão de gases do efeito estufa também podem

alterar as condições futuras do clima. d) Bem... Existe uma série de ações que são discutidas anualmente em congressos, reuniões etc. Essas ações são: redução das emissões dos gases estufa, eficiência energética, uso de transporte sustentável, agricultura e gestão florestal e por fim conscientização pública. Esse tópico me causa algumas inquietações, porque mesmo falando de uma comunidade científica ela é composta por pessoas, com crenças e ideologias. (...). A primeira é, como um carro elétrico pode ser considerado um transporte sustentável nesse momento? Eles são abastecidos por energia elétrica que é gerada em algum lugar de alguma maneira, e nos sabemos que a geração dessa energia não necessariamente é a mais “amiga” da natureza, além disso, esse carro é alimentado por baterias que de tempos em tempos precisam ser trocadas, e isso mexe com o extrativismo. Talvez, não faça tão “mal” quanto um carro a combustão, mas ainda me parece ingênuo (talvez). A outra coisa é, a conscientização pública, talvez seja o nome, mas isso me dá a impressão de individualização da responsabilidade. A necessidade de mudança de hábito é real para muitos países, mas deve ser individual. É uma política de governo, pois não é todo mundo que consegue mudar seus hábitos, mesmo sendo bombardeado por certos estímulos, ou sem o auxílio de incentivos do governo como isenção de taxas para o uso de energia solar, por exemplo.

- 5) A camada de ozônio pode ser afetada pelo aquecimento global. Primeiramente pela emissão de gases que não contribuem para o efeito estufa, mas para a destruição da camada de  $O_3$ . Esses gases são emitidos junto com gases do efeito estufa. (São, cloro e bromo). Além disso, o aquecimento global pode alterar as correntes atmosféricas e alterar a distribuição de gases, incluindo cloro e bromo.
- 6) São argumentos que tratam eventos climáticos cíclicos anômalos, eventos naturais como erupções vulcânicas e liberação de  $CO_2$  pelos oceanos, assim como pesquisas já refutadas que questionam a cronologia do aumento de temperatura do planeta e concentração de  $CO_2$ , por exemplo.
- 7) Sim. A falta de chuva em alguns lugares pode gerar seca e aumentar o preço dos alimentos, bem como gerar insegurança alimentar e hídrica. O excesso de chuva pode gerar inundações e deslizamentos. A maior ocorrência de desastres naturais como tornados e ciclones pode deixar desabrigados e mortos. A baixa qualidade do ar pode gerar problemas respiratórios e outros problemas de saúde. O calor excessivo pode gerar problemas de saúde e alterações no sono.
- 8) Aspectos positivos: Incentivar o debate, a argumentação e a contra argumentação. Propiciou um montonho no qual toda a turma conseguiu participar. Incentivo a pesquisar um tema amplamente conhecido, porém superficialmente. Também é legal a ideia de um questionário porque é uma

maneira de articular as explicações e conceitos. Também dá a oportunidade de desenvolver argumentos que não foram utilizados em aula e da oportunidade de expressão para alunos que têm dificuldade de falar perante o grande grupo. Defender o lado que nega que o aquecimento global não é antropogênico (ou, seja, um caso em que não há uma divisão ou polemica) é interessante para entender como se constroem os argumentos dessas pessoas. Aspectos negativos: Sobre o que fizemos achei um pouco corrido. Sobre a metodologia em si, precisa de muita orientação para não virar algo puramente político ou ideológico e acabar deixando o científico de lado (não sei se algo negativo). Sim faz parte de uma educação para a cidadania o desenvolvimento da criticidade, da argumentação e da capacidade de posicionamento seja baseado em evidências científicas ou fenômenos sociais. Também é papel do prof. de física incentivar isso, afinal a própria ciência é “local” de criticidade, posicionamento, embates/debates, além da ciência vir da sociedade e ser para a sociedade.

- 9) Sim, questões científicas são permeadas e as vezes surgem questões políticas. Além do mais, são as políticas que autorizam ou não condutas e ações, etc., que vem do meio científico. Além do mais os cientistas são membros da sociedade, logo eles estão em meio a praticas e visões políticas, assim como todos nós.

#### **Aluno (A3)**

- 1) Aquecimento global consiste no aumento de temperatura média da Terra, de maneira drástica (o aumento da temperatura não é desprezível), de modo que mudanças (e desastres) climáticos ocorrem por conta desse aquecimento. Ele é causado pela emissão de gases que contribuem com o efeito estufa. Essa emissão, que causa o aquecimento global, é majoritariamente humana.
- 2) O efeito estufa consiste na capacidade (e ação) da atmosfera em absorver o calor emitido pela superfície da Terra, retransmiti-lo (o calor) de volta para a Terra. É elemento essencial para o balanço de energia da Terra.
- 3) Sim, isso é muito possível, pois sendo os humanos os causadores do aquecimento global, eles também causam todos os efeitos consequentes da elevação da temperatura na Terra. Derretimento das calotas polares, e desertificação das regiões próximas da linha do equador são exemplos de mudanças causadas pelo aumento da temperatura global.
- 4) a) Não há controvérsias científicas sobre o efeito estufa, é de conhecimento comum para a comunidade científica a sua existência e seus efeitos na Terra, bem como em outros planetas. b) Não há controvérsias sobre isso embora há quarenta anos atrás período relativamente recente, ainda houvessem discussões e dúvidas sobre. Hoje é de conhecimento comum para os pesquisadores da área, que o aquecimento global é antropogênico. c) Quando e como essas mutações ocorrem é tema controverso na ciência por dois motivos principais,

o clima é caótico, sendo assim uma previsão precisa é impossível ao decorrer do tempo. O segundo motivo é que tais mudanças climáticas dependem do futuro das ações humanas, que podem ser modificadas com o contexto político. Embora dadas considerações, não significa que a comunidade científica não tem ideia do que acontecerá, existem previsões e expectativas, mas elas são controversas, embora concordem que o aquecimento global fará grandes danos na vida na Terra. d) Existem controversas. É de conhecimento comum que a emissão de carbono deve ser reduzida ou compensada, entretanto como fazê-lo é uma questão de grande debate. Até por que a emissão de carbono está fortemente relacionada com a industrialização de países o que a associa com o crescimento econômico. Tais decisões não cabem apenas a ciência e dependem muito do ponto de vista dos políticos e valores. "Até que ponto você está disposto a mudar o funcionamento da sociedade para evitar desastres climáticos", até que ponto a diminuição da emissão de carbono vale a pena dados os futuros desastres climáticos?

- 5) A camada de ozônio não está ligada ao aquecimento global. Embora esse gás tenha impacto considerável no efeito estufa, ele não está sendo emitido em quantidades relevantes.
- 6) Os argumentos defendem que as mudanças na temperatura da Terra são naturais e que a emissão dos gases de efeito estufa não causam o aumento de temperatura.
- 7) Geram. Muitas. Ondas de calor matam idosos, furacões e tornados causam, além de mortes grande destruição nas estruturas das cidades. Parte dos territórios está sendo engolidos pelos aumentos do nível do mar, etc.
- 8) Foi muito positivo estudar os argumentos pensando em uma argumentação. Para o meu caso (contra o aquecimento global ser antropogênico) o estudo dos argumentos deixou clara as falhas da argumentação que eu conhecia. É papel para o professor dar espaço para esse tipo de discussão, pois é esse debate, essa temática que justifica o ensino de ciências. Assim, formar alunos com esses debates capacita eles a participar e acompanhar o debate político sobre esses problemas sociocientíficos, e sem o conhecimento e criticidade necessária, eles ficaram a "mercê" da opinião de outros. Acho importante comentar que fiquei bastante ansioso com o momento do debate, o que pode ser um ponto negativo para a metodologia. Entretanto julgo que seja algo mais relacionado com a minha pessoa e não com a metodologia.
- 9) Sim. Defender o consenso científico já é uma atitude bastante política. Além disso, ao se discutir as mudanças necessária para evitar (ou adiar) o desastre climático, é essencial saber (ou discutir) o quão disposto p professor (ou aluno) está para modificar (radicalmente ou não) o funcionamento e a estrutura da sociedade.

**Aluno (A4)**

- 1) O aquecimento global é um aumento na temperatura média da Terra devido às atividades humanas, principalmente a queima de combustíveis fósseis como petróleo, gás natural e carvão, que liberam gases de efeito estufa na atmosfera.
- 2) Do ponto de vista físico, a radiação solar é absorvida pela superfície da Terra, aumentando sua temperatura. Em seguida, a radiação infravermelha é emitida pela superfície da Terra e é retida pelos gases de efeito estufa na atmosfera, aumentando a temperatura da atmosfera e mantendo o calor na Terra. Esse processo é o que mantém a temperatura da Terra em um nível adequado para a vida. No entanto, com a quantidade excessiva de gases de efeito estufa na atmosfera, o efeito estufa está se tornando mais forte, levando ao aquecimento global.
- 3) Sim! Não só é possível como é muito provável que sejamos os causadores.
- 4) a) Não. O Efeito Estufa é um efeito natural da terra, não existem controvérsias sobre sua existência. b) Talvez tenhamos alguns cientistas tentando provar que não afetamos a natureza, mas a comunidade científica é consenso que o aquecimento global é causado pelos seres humanos. c) Se mantermos o nível de emissão de gases do efeito estufa, em 2100 teremos um mundo completamente diferente de hoje. d) Reduzir a quantidade de vezes que sai de carro, comprar um veículo elétrico, etc. Mas pouco importa enquanto não for do interesse das grandes corporações mudar suas atitudes perante o planeta.
- 5) Sim! Sem a camada de ozônio, que é destruída por alguns gases, a radiação U.V que entra na Terra é muito maior.
- 6) Existem diversos argumentos, mas todos rebatíveis. Alguns mais fáceis e outros mais difíceis, mas no geral o consenso científico existe, pois não existe argumentos suficientemente fortes contra.
- 7) Atualmente talvez não gere tanta diferença no dia a dia. Mas no futuro onde meus filhos podem viver, é capaz de ser outra realidade de como é hoje.
- 8) Gostei de pesquisar contra (as causas antropogênicas) sobre alguma coisa que eu já tinha minha cabeça bem definida. Em sala de aula talvez eu não esteja preparado pra rebater todos os argumentos que venham até mim, mas com essa atividade aprendi a pesquisar e ir atrás de argumentações e artigos que suportam minha ideia. Argumento sociais e científicos tendem a andar juntos, mas eu, como professor, espero conseguir passar o consenso científico e ao mesmo tempo levantar debates para os próprios alunos criarem suas próprias opiniões.
- 9) O ser humano é um ser social, então tudo é política. Não se faz ciência sem política, então claro que precisamos falar disso para ter um aprofundamento maior na discussão.

## Apêndice D

### Transcrição do Júri

(h:min:s)	Fala dos participantes	Comentário
Início	PE: anuncia o início da gravação.	-
00:00:32	PT: apresenta um resumo do objetivo para a tese de PE.	-
00:02:10	A1: inicia a apresentação, começando pela leitura daquilo que estava no dossiê a favor do aquecimento global ser antropogênico.	Ocorreu uma leitura normal sem a ênfase que geralmente se daria num júri.
00:05:10	Continua a argumentação sobre o efeito estufa e mostrando como ocorre uma diferença entre a temperatura de equilíbrio e a temperatura média, medida do planeta, proveniente do balanço de energia.	Esse argumento tinha sido utilizado na aula expositiva.
00:12:42	A1: o próximo argumento movido pelo grupo é o crescimento populacional como uma causa preocupante para o aquecimento global, pois as principais emissões ocorrem nas áreas mais urbanizadas. E que o aumento do número de pessoas exige maior demanda energética que pode gerar mais emissão de gases do efeito estufa.	Esse argumento ainda é considerado uma controvérsia científica, pois depende de muitos fatores.
00:16:00	A2: fala sobre o aquecimento das águas dos oceanos e como isso pode causar desastres naturais, o grupo considerou a formação de tornados.	-
00:21:30	A3: o aquecimento global, é de fato ou não, uma consequência da ação humana? E comunica a tese que o grupo pretende refutar: que o gás carbônico (CO <sub>2</sub> ) não é o responsável pelo aquecimento global, logo os seres humanos que o produzem não são a causa desse efeito. Eles defendem que isso é uma falácia, por que segundo o gráfico mostrado, é o aumento de temperatura que produz uma maior quantidade de (CO <sub>2</sub> ).	Esse argumento é bastante usado pelos que negam do aquecimento global. Foi encontrado numa boa quantidade de artigos pesquisados e atribui a variação de temperatura da Terra a ciclos.
00:23:38	A3: o segundo argumento é sobre a quantidade que o ser humano emite de (CO <sub>2</sub> ) ser de apenas de 4%, logo muito pequena, para gerar um problema.	Outro argumento que pode gerar dúvida se não for refutado.
00:24:07	A3: o terceiro argumento é que a capacidade de absorção de (CO <sub>2</sub> ) pela atmosfera já está saturada.	-
00:24:40	A4: existem evidências históricas mostrando variações brutas na temperatura, inclusive no século XIV e XVII em que os níveis de emissão de (CO <sub>2</sub> ) eram desprezíveis pelos humanos, assim as mudanças de temperatura da Terra são cíclicas.	Esse argumento corrobora com aquele apresentado aos 00:21:30.

(h:min:s)	Fala dos participantes	Comentário
00:25:26	A3: mostra um gráfico que apresenta a relação entre os registros de (CO <sub>2</sub> ) e a variação de temperatura, apontando que esse documento reforça a falta de evidência de que o (CO <sub>2</sub> ) é a causa do aumento da temperatura.	Esse é um argumento que necessita de uma análise para que possa ser refutado.
00:25:50	A4: um estudo de uma universidade da Holanda mostra graficamente que a energia dos tornados diminuiu desde 2006, ou seja, está ocorrendo menos tornados.	-
00:26:34	A1: questiona, se na fala do aluno A4, ele se referia as intensidades dos tornados que diminuiriam ou a quantidade de tornados.	-
00:26:55	PT: conduz as perguntas dos dois lados.	-
00:27:05	A3: Vocês trouxeram o argumento de Vênus, dizendo que tem uma atmosfera bem “maior” que a da Terra e por isso que ele foge do ajuste do modelo que foi feito, só que eu queria questionar em relação a Marte, vocês disseram que Marte apresenta uma atmosfera tênue então desprezível, então eu gostaria de questionar, fazendo as contas, Marte tem 13 vezes mais (CO <sub>2</sub> ) que o planeta Terra, isso é só pegar a quantidade de massa que tem a atmosfera da Terra, a quantidade de massa que tem na atmosfera de Marte e ver a concentração de dióxido de carbono da pra calcular tranquilamente, eu questiono como que em Marte que tem 13 vezes mais massa de (CO <sub>2</sub> ) na atmosfera, esse (CO <sub>2</sub> ) todo pode ser desprezível e aqui na Terra, pequenas mudanças que a gente está fazendo bem menores elas tem que ser altamente consideradas?	Está pergunta foi consolidada pelos cálculos entregues aos professores, foi um argumento que não foi refutado pelo outro grupo. Desta maneira consideramos esse momento uns dos principais do júri, pois mostra que se faz necessário conhecimentos específicos dos conteúdos para poder refutar tal teoria.
00:28:07	A1: elogia a pergunta e começa a responder: Tá, primeiro que 13 vezes é pouco (CO <sub>2</sub> ), lá tem pouco. A3: meu argumento defende que a massa de (CO <sub>2</sub> ) é treze vezes maior do que a Terra, o que é mais relevante para a superfície de Marte que é menor. A1: admite que a concentração de (CO <sub>2</sub> ) é muito alta, mas sugere que a espessura dessa atmosfera é bem menor. A3: Mas é que se fosse pela espessura, não dependeria da concentração de (CO <sub>2</sub> ), ou seja, se adicionarmos um pouco mais de (CO <sub>2</sub> ), na atmosfera terrestre não será relevante.  A1: eu não sei se só a espessura é importante, mas que ela é um fator que deve ser considerado, para temperatura da atmosfera, é um conjunto de fatores que importam para a determinação da temperatura do planeta, ou seja, não só a espessura ou o (CO <sub>2</sub> ).	Claramente uma resposta evasiva, que não respondia o questionamento, apesar de trazer alguns elementos verdadeiros a resposta do aluno A1, não foi suficiente para refutar o que argumentou A3.

(h:min:s)	Fala dos participantes	Comentário
00:30:07	A3: minha pergunta permaneceu de pé, no sentido que a comparação é a questão da massa.	O questionamento não foi respondido de acordo com a literatura.
00:30:29	PE: pede que o outro grupo faça as perguntas, mas A2 responde A3: não tem muita explicação, copiei exatamente o que tem no artigo (não cita qual) dizendo que Marte possui uma alta quantidade de (CO <sub>2</sub> ), mas que sua composição é tênue e isso implica uma baixa concentração de gases estufa, implicando numa baixa absorção de radiação. Logo em seguida A1: Então, o que importa é a massa total de (CO <sub>2</sub> ) presente na atmosfera e não a concentração.	A argumentação de A2, é a que mais se aproxima da literatura, entretanto se percebe que A2, admite claramente estar reproduzindo o que estaria em um artigo. Já A1, ao participar defende que a massa é o que importa dando total razão para A3, ou seja, uma clara contradição.
00:31:11	A3: é exatamente o que eu havia falado como argumento, e que inclusive, mostro via cálculo a diferença entre a quantidade de massa (CO <sub>2</sub> ) de Marte e da Terra. PT: É a massa total que apresenta tamanha diferença? A3: entrega o cálculo ao júri e explica como o realizou. O júri passa a avaliar a prova entregue.	O cálculo mostra a diferença das massas através de uma regra de três simples, calculando a proporção de massa de (CO <sub>2</sub> ) na atmosfera da Terra pela porcentagem do gás 0,0037%.
00:32:49	A2: se não é a concentração de (CO <sub>2</sub> ) a causa do aquecimento global, como apontado pelo argumento do outro grupo, o que garante que outros fenômenos climáticos não possam alterar a temperatura, como por exemplo, os ventos de la ninã, ou el ninõ, que já alteraram a temperatura do planeta.  A3: as medidas apresentadas não são de um tempo tão curto. A2 e A1: contestam que as variações de temperatura apresentadas pelo gráfico do grupo contrário ao aquecimento global antropogênico, poderia apresentar variações de temperatura devido a esses eventos climáticos. A4: mas os gráficos são similares, e que nas marcações em que não coincidem, existem explicações que extrapolam essa relação entre (CO <sub>2</sub> ) e a variação de temperatura.	Percebe-se que este argumento, cita algumas mudanças climáticas, que podem ser decorrência do aquecimento global antropogênico, ou seja, são consequências e não as causas. Além disso, parecem ter sido movidos num momento inoportuno do debate. O que A1 e A2 não perceberam é que esse é um argumento contra sua própria defesa, pois descartam a importância da concentração de (CO <sub>2</sub> ). A1 sugere que o gráfico mostrado pelo outro grupo apresenta relação entre o (CO <sub>2</sub> ) e a variação de temperatura, mesmo que eles tenham alegado que não, tentando manter sua defesa, entretanto na argumentação anterior haviam considerado o (CO <sub>2</sub> ) como não responsável.

(h:min:s)	Fala dos participantes	Comentário
00:35:23	A3: sobre o crescimento populacional e como isso se relaciona com os países que mais emitem. Estes emitem aproximadamente 50% de (CO <sub>2</sub> ) mundial, sendo que correspondem a apenas 25% da população. Outro ponto, é que existem referências que apontam que a população mundial tende a diminuir em alguns anos, a quantidade de pessoas que nascem não é capaz de repor as pessoas que irão morrer. A1: diz que nem toda pessoa que nasce terá o mesmo impacto na produção de gases do efeito estufa. A2: diz que o modelo econômico é mais importante, do que o número de pessoas, mas argumenta que a quantidade de pessoas também influencia visto que pode haver maior consumo energético. Além de considerar que a construção de usinas geradoras como uma hidroelétrica, por exemplo, pode acarretar na produção de gases do efeito estufa, e sem falar na exclusão energética, em que as pessoas que não possuem acesso a energias mais sustentáveis necessitam usar de meios que afetam mais o planeta como energia de geradores a combustível.	Assim, mais uma vez o grupo não é capaz de argumentar sobre seu próprio argumento, pois concorda que não é o número de pessoas, mas sim o modo de vida dessas pessoas. Esse foi outro dado discutido na aula expositiva. O argumento de A2, vai ao encontro do que se considera uma possibilidade devido ao crescimento populacional.
00:39:38	A2: No argumento de vocês, há uma fala sobre a saturação do (CO <sub>2</sub> ), qual seria esse limite? Visto que em planetas como Vênus que tem uma concentração maior, a temperatura planetária é de 400°C? E isso seria demais para a vida no planeta Terra. A3: a temperatura esperada (temperatura de equilíbrio) de Vênus já é alta, de aproximadamente 150°C. Entretanto retomo a ideia da concentração de (CO <sub>2</sub> ) em Vênus e considero que em Marte também é alta, mas que não apresenta temperatura desproporcional, ou seja, por que em um caso a concentração de (CO <sub>2</sub> ) é argumento e na outra não? O grupo não precisa saber responder a isso, visto que isso anula o argumento. Já em relação ao limite, segundo o artigo utilizado (não citado) sugere que já se está muito próximo desse limite que a produção a mais agora não seria um problema, pois a diferença seria tão pequena que seria irrelevante. A2: a questão do limite não faz sentido, por que uma mínima variação de temperatura pode ser importante nas mudanças do planeta. Como exemplo, o que ocorre nos oceanos. A4: isso não faz sentido, por que seria um ato de discurso de esquerda, e o que ocorre na realidade é diferente.	Essa é uma argumentação muito boa, que de uma certa forma refuta o argumento e exige que dados mais formais sejam apresentados.  O aluno A3 não consegue responder sobre o limite e sua resposta é frágil ao dizer que se aproxima do limite. Entretanto tem razão ao desvalidar a questão do (CO <sub>2</sub> ), com uma clara estratégia de discurso. Essa passagem destaca-se pelo envolvimento de discurso e argumentos políticos que foram movidos.
00:42:12	A1: diz que a emissão de 4% de (CO <sub>2</sub> ) dos seres humanos, já seria suficiente para causar danos ao planeta. A3: segundo minhas referências essa quantidade seria pequena.	Essa passagem reforça o comprometimento dos alunos com a proposta didática.

(h:min:s)	Fala dos participantes	Comentário
00:42:51	Aqui um ponto interessante, os alunos ficam em dúvidas sobre as unidades trazidas nos referenciais utilizados.	Isso mostra como ocorre uma dificuldade de interpretação dos dados e o quanto se faz necessário o conhecimento de conteúdos específicos para se compreender corretamente o conceito.
00:43:15	A3: as causas naturais como vulcões e oceanos poderiam produzir mais (CO <sub>2</sub> ) que os humanos. A1: diz que uma outra referência apresenta o contrário, e que não sabe como lidar.	O que reforça a nossa discussão no referencial teórico, de como a autonomia atrelada ao relativismo é um problema, por que mesmo com referências nas mãos, podem ocorrer confrontos que só podem ser resolvidos com o conhecimento epistemológico da ciência contemporânea.
00:43:55	A1: a maior parte da emissão dos gases de um vulcão são vapores de água, e esse vapor já se encontra numa certa saturação, os alunos discutem sobre as referências e sobre as questões de saturação tanto do (CO <sub>2</sub> ), quanto dos outros gases e percebem que concordam sobre as saturações.	Este argumento está de acordo com a literatura.
00:46:40	A1: nos últimos 30 anos aproximadamente 53% do (CO <sub>2</sub> ) presentes na atmosfera foi emitido pelos seres humanos.	-
00:47:10	A4: é interessante que os diferentes gases contribuem de forma diferente para o efeito estufa, por exemplo, o vapor da água, se desfaz em pouco tempo enquanto o (CO <sub>2</sub> ), fica por mais tempo retido.	-
00:48:00	PE: agora que terminou a dinâmica, irá farei uma análise. Se de fato estivéssemos num júri, o quanto os argumentos que foram movidos pelos grupos, provocariam dificuldades de entendimento em quem estivesse julgando. Por mais que a dinâmica não tenha sido de extrema formalidade, as pessoas que estivessem vendo ficariam convidadas a acreditar na controvérsia do aquecimento global antropogênico, devido a argumentação. PE: Percebam como é complexo se chegar a um consenso? Mesmo após todos esses documentos, discursos, contrapontos, como é difícil se definir o que é certo?	A inclinação do grupo contrário ao aquecimento por causas antropogênicas, ocorre pelo momento crítico da argumentação, em que a questão da massa de (CO <sub>2</sub> ) na atmosfera de Marte foi movida por A3. Isso mostra que partindo do pressuposto que existe um aquecimento global antropogênico, é possível por meio de discurso estabelecer uma controvérsia quando não se tem conhecimento específico.

<b>(h:min:s)</b>	<b>Fala dos participantes</b>	<b>Comentário</b>
00:50:01	A3: diz que o argumento da atmosfera de Marte foi o que deu pra ele a maior confiança em defender a sua argumentação perante o júri simulado, e que a parte de justificar a sobre a espessura ele inventou na hora.	-
00:50:27	PE: então, esse fato de ter inventado agora os argumentos, consiste numa estratégia científica? A4: não.	-
00:50:45	PE: segundo a literatura é a pressão atmosférica baixa que explica que mesmo com 96% de (CO <sub>2</sub> ) na atmosfera, Marte não apresenta efeito estufa é que essa baixa pressão torna essa porcentagem de gás relevante.	Isso foi para mostrar aos alunos o argumento que caberia para refutar o excedente de massa de (CO <sub>2</sub> ).
00:51:36	A3: sobre a questão das estratégias não honestas, eu havia encontrado em sites diferentes referenciais sobre os 4 % emitidos pelos humanos que excedem ao balanço natural de (CO <sub>2</sub> ), o próprio site da <i>National Aeronautics and Space Administration</i> (NASA), traz essa informação correta, mas devido a dinâmica do júri simulado, por ser do grupo contrário ao aquecimento global antropogênico, não trouxe a explicação correta para isso.	Isso mostra novamente que o grupo a favor do aquecimento global ser antropogênico, não soube refutar esses argumentos com os dados da literatura.
00:52:30	A1: eu concordo que existe um balanço de (CO <sub>2</sub> ).	-
00:53:07	PT: Como vocês explicam aquela questão que vários pontos do gráfico, a temperatura sobe primeiro e o (CO <sub>2</sub> ) sobe depois? A4: isso depende de outros fenômenos naturais. PT: como afirmar que não é a temperatura que sobe primeiro provocando o aumento de (CO <sub>2</sub> ) na natureza? Pois os gráficos permitem essa interpretação e os referenciais contra o aquecimento global antropogênico utilizam isso como argumento, ou seja, a causa passa a ser o aumento de temperatura. Por motivos políticos as pessoas ficam inventando o aquecimento global.  A4: o aquecimento global é uma invenção de “esquerdistas”. A3: isso remete ao clichê: o que vem primeiro, o ovo ou a galinha? E sugere que havia visto isso e que essa defesa vai ao encontro da questão anterior do balanço de (CO <sub>2</sub> ) na atmosfera terrestre. Em que o aumento de temperatura como causa se relacionaria com a liberação de (CO <sub>2</sub> ) pela vegetação.	Percebe-se a necessidade de uma intervenção com rigorosidade científica, mostrando que as variações de (CO <sub>2</sub> ) apresentam um ciclo e que é o acumulado das últimas décadas que preocupa, esse é um argumento bastante complexo de ser refutado.

<b>(h:min:s)</b>	<b>Fala dos participantes</b>	<b>Comentário</b>
00:54:18	<p>PT: para que essa consideração não seja interpretada como esquerdista, no caso do aquecimento global antropogênico, Margaret Thatcher, considera que o aquecimento global é antropogênico. Ela tinha problemas políticos com o sindicato de mineradores e aí ela encampa o discurso ecológico para conseguir enfraquecer os sindicatos que tinham atividades não ecológicas, ou seja, pode ser atribuído também a um lado da direita britânica a questão do aquecimento global antropogênico. PE: inclusive essa política criada por Margaret Thatcher passa por incentivos financeiros. PT: isso oportuniza novos mercados. Então a utilização de recursos científicos como um gráfico que mostra certos resultados, incentiva a criação de um novo mercado verde e que acaba por enfraquecer os sindicatos.</p>	<p>Esse argumento foi retirado do documentário A Grande Farsa do Aquecimento Global, e parece ser uma falácia, entretanto pode ser que tenha ocorrido algo nesse sentido.</p>
00:55:07	<p>A2: é exatamente o que o texto falava (não cita qual texto), como na verdade falar sobre ecologia era para ser uma coisa emancipatória, mas como o sistema capitalista pega essa questão para fazer a manutenção, então é por isso que a gente tem desde de pequenininho aquele mesmo discurso de poupar água para escovar os dentes, tendo que cuidar para abrir a torneira, é bem isso. A1: isso generaliza a culpa, assim ninguém é culpado, mas todos são culpados. PT: de fato essa argumentação sobre a direita se apropriar do aquecimento global antropogênico executando uma manobra política é uma fala que está presente no documentário.</p>	-
00:56:07	<p>A1: sobre os vulcões, quando eles entram em erupção na verdade eles esfriam o planeta. A3: você pode explicar melhor. A1: isso ocorre por que uma nuvem extensa de cinzas produz uma reflexão maior, considerando a energia que entra no planeta. PE: isso altera o Albedo.</p>	-
00:56:38	<p>PT: vocês saberiam responder sobre a questão do (CO<sub>2</sub>), o porque em alguns momentos a temperatura sobe primeiro e (CO<sub>2</sub>) sobe depois? PE: vocês conseguiriam refutar o gráfico trazido no dossiê que defende que a causa é temperatura. A3: não sei refutar. A4: ir atrás desses argumentos foi uma loucura, eu inclusive entrei na deep web, e que estava lendo um texto em que um cara (não cita quem), tinha acabado de provar para os esquerdistas, gays e os que pecam, e eu não estou confortável em usar esses argumentos.</p>	<p>Esse grupo sugere que o fato de estarem focados na estratégia didática, talvez tenha dificultado o fato de conseguir refutar alguns argumentos. E que os produtores destes tem uma certa característica que ataca certos grupos.</p>

<b>(h:min:s)</b>	<b>Fala dos participantes</b>	<b>Comentário</b>
00:57:38	PE: rem relação ao que foi apontado no fim da aula expositiva, não é trivial discutir essa questão. A1: é uma discussão bem mais complexa do que a questão da Terra plana, por exemplo. Talvez por que Terra plana já esteja absorvido. PE: diz que entende o ponto de A1, mas que não levaria para esse lado, de comparação entre as duas questões nesse momento. A1: é difícil medir o que é absurdo. PT: a Terra plana é ainda mais complexa por que apenas com uma observação a olho nu, já é possível refutar a questão da Terra plana. A1: depende do nível que se queira discutir. Do ponto de vista acadêmico é bem mais complexo, ou seja, é muito mais fácil mover os argumentos para explicar o por que a Terra é esférica, do que analisar os argumentos do efeito estufa oriundos da ação humana.	Aqui ocorre um reforço do porque defendermos o ensino de conteúdos específicos, quando pensarmos no papel da educação científica, pois pela fala do aluno, se destaca o fato da complexidade de entender os argumentos que explicam o aquecimento global ser antropogênico.
00:59:15	PT: concordo e na questão da Terra plana existe um fato, já nessa questão não se tem um dado sensível, um dado mais explícito, nessa questão existe o caso da fenomenotécnica. A3: chama a atenção a análise estatística, por que se faz necessário utilizar um grupo de dados e os comparar. A4: se não existisse a ciência, se não fossem os cientistas ao utilizarem esses dados, não seria percebido, por exemplo, o aquecimento da Terra. A1: é exatamente isso que é a fenomenotécnica. A4: se defende, mais uma vez em tom de brincadeira que ele não conhece esses termos esquerdistas. A1: a fenomenotécnica é um fenômeno que existe, mas que para que você o compreenda é necessária uma teoria por trás, A4: no fim a pessoa que escutar esses argumentos, seja, a favor ou contra ao aquecimento global antropogênico deve estar disposta a querer ver os dois lados, por que na maior parte do tempo, a própria Terra plana vira algo muito mais ideológico do que científico, muito mais relacionado com crença, quase uma religião do que propriamente uma ciência.	Aqui se destaca a percepção dos alunos sobre como é difícil ensinar a alguém sobre algo, ainda mais uma questão tão complexa quanto essa.
01:00:04	A3: caso a gente precise mudar e ou diminuir as emissões de (CO <sub>2</sub> ), a gente vai ter que mudar o sistema produtivo. E isso vai deixar muita gente incomodada, então pra mim é muito político. A4: é muito difícil tu mudar a cabeça de uma pessoa que já “está feita”.	Mais uma vez, os alunos mostram como que a cultura, o contexto e as crenças das pessoas podem dificultar o entendimento de uma questão como essa.

<b>(h:min:s)</b>	<b>Fala dos participantes</b>	<b>Comentário</b>
01:00:26	PT: é como vocês mesmo comentaram, existem ciclos de (CO <sub>2</sub> ) naturais, o problema é que o aumento de temperatura afeta o ciclo dos oceanos, e faz com que tu tenhas mais emissão de (CO <sub>2</sub> ) dos oceanos, ou seja, o aumento de temperatura aumenta sim o (CO <sub>2</sub> ), só que por sua vez, o aumento de (CO <sub>2</sub> ), também aumenta a temperatura. Ou seja, o aumento de temperatura causa o aumento de (CO <sub>2</sub> ) que causa o aumento de temperatura. PE: isso pode ainda contribuir para um maior aumento do (CO <sub>2</sub> ), por que fora aquilo que o oceano emite e absorve de (CO <sub>2</sub> ), ele talvez possa liberar uma quantidade desse gás que está reservada em corais e que pode ser liberada a medida que ocorrem aquecimento das águas oceânicas, ou seja, ele pode se retroalimentar.	Nessa passagem os professores estão usando argumentos com a intenção de fomentar a discussão.
01:01:54	PT: Existe então o aquecimento global antropogênico? A4: (em tom de brincadeira e ironia), não! Em seguida, todos concordam que sim. PT: então entre esses dois posicionamentos, existe um mais estável do ponto de vista científico? Os alunos respondem que sim. Ainda acrescentam que argumentos que eles próprios utilizaram para contrapor o aquecimento global antropogênico, são mal construídos, certos modelos não funcionam, ou são muito frágeis.	O grupo que foi contrário as causas antropogênicas, usou desse discurso, que os argumentos não eram suficientemente científicos, que eram frágeis, mas percebeu-se que eles próprios tiveram dificuldades de refutar alguns desses argumentos.
01:02:50	A1: eu encontrei algo (não cita aonde) sobre as correntes marítimas que passaram mais perto dos polos, e isso causou um resfriamento da temperatura média global ou algo assim. A3: do ponto de vista científico isso não faria sentido devido a distribuição de energias.	-
01:03:20	A4: outra coisa que percebi quando montava os argumentos para o júri, que para cada argumento que eles encontravam contra o aquecimento global existiam dez artigos contra-argumentando e nem sempre o que eles haviam encontrado, apresentava profundidade, como exemplo, no artigo que defendia a saturação do (CO <sub>2</sub> ), o autor repetia constantemente o quanto é complexo, o quanto que é difícil, compreender os dados, mas que no final se mostra o dado correto.	Logo os alunos interpretaram o quanto alguns autores tentam dificultar a compreensão dos dados e suscitavam que os leitores dos artigos acreditassem em suas palavras, por que não teriam capacidade de entender os dados.
01:04:25	PE: por volta do ano 1960 existia uma controvérsia científica sobre o aquecimento global ser ou não antropogênico, mostrando que que o consenso científico sobre o aquecimento global é muito recente, e assim, comparando novamente com a questão da Terra plana que apresenta um consenso científico a muito mais tempo. O ponto é que em 1960 haviam cientistas que contra-argumentavam essa questão.	Isso retoma a discussão de como é difícil convencer as pessoas de que essa é uma questão urgente. Pois a controvérsia científica é recente.

<b>(h:min:s)</b>	<b>Fala dos participantes</b>	<b>Comentário</b>
01:05:10	PT, retoma a fala de A4 em que os autores dos argumentos frágeis pedem que os leitores acreditem em suas abordagens, tensionando e perguntado: Não é o que nós também fizemos? A3, responde: sim é o que fizemos também. E considera que isso não poderia ser feito no ensino médio, por exemplo, devido a complexidade dos conteúdos. Como exemplo: não se entraria no ensino médio dizendo que a radiação de corpo negro faria com que a temperatura aqui fosse $-63^{\circ}\text{C}$ , existe uma argumentação para isso. PT, novamente tensiona: Então, de certa forma nós também (enquanto cientistas) não justificamos para as pessoas. A gente também vai nessa linha do acredite em nós, os alunos concordam.	O professor tenta provocar nos alunos a profundidade que envolve a educação científica. Como visto nessa passagem em algum ponto, ou em algum momento se faz necessária a confiança na ciência ou nos especialistas.
01:05:31	PT: temos uma rede que é mais estável que a outra, então ao ler os argumentos vocês sentem que foram capazes de compreender todos os argumentos até o fim? Os alunos que foram a favor do aquecimento global por causas antropogênicas, ao ler os argumentos contrários, vocês foram capazes de contra-argumentar todos eles, 100%, ou não? A1: tive a sensação que sim. Do documento sim. PE: do documento entregue pelos colegas, ou do dossiê? A1: do documento dos colegas. A4: ao pesquisar os argumentos contra eu sempre achei que eles eram frágeis, que aquilo não seria suficiente para contrapor, que não ajudaria.	Aqui destacamos como a fala dos alunos é contraditória. No caso da argumentação anterior, sobre a atmosfera de Marte, A1 e A2, não foram capazes de refutar. Outro ponto interessante é que A3 e A4, repetem constantemente que os argumentos pesquisados por eles eram frágeis, mas esses argumentos foram responsáveis por tensionar o júri.
01:06:33	A3: essa sensação é provocada muito mais por nós já acreditarmos no aquecimento global ser antropogênico. A4: concorda. A3: a questão de Marte o marcou e lembra que não houve na hora do debate do júri uma resposta significativa do outro grupo, da mesma forma que a questão que relaciona causa e consequência de ( $\text{CO}_2$ ) e a temperatura, também não apresentou uma resposta significativa como lembrou PT.	Os alunos também percebem que por já acreditarem no aquecimento global antropogênico isso poderia gerar dificuldades para sua argumentação.
01:07:04	PT: as discussões, não foram suficientes para mostrar que o aquecimento global é antropogênico. As discussões mostraram uma correlação, mas quem garante que essa taxa de ( $\text{CO}_2$ ) tão pequena emitida pelos humanos é a responsável pelo aquecimento global? Quando se fala do ( $\text{CO}_2$ ), se considera ele como causa razoável, mas a gente não fez as contas para ver se essa quantidade ( $\text{CO}_2$ ) produzido pelos seres humanos seria suficiente para causar o aquecimento do planeta. Ou seja, nós aceitamos, que esse acréscimo seja suficiente.	Nessa fala do professor, temos que, mesmo pesquisadores da área ou pessoas que estão estudando o aquecimento global, não vão até as últimas consequências, e que de certa maneira acreditamos nos especialistas.

<b>(h:min:s)</b>	<b>Fala dos participantes</b>	<b>Comentário</b>
01:07:41	<p>PT: Todos nós aceitávamos a priori que o aquecimento global era antropogênico. Agora após a atividade a gente continua achando que é, mas sempre dentro dessa perspectiva, a gente acha razoável os argumentos, então a gente não faz todas as contas e nem vai dar para fazê-las, mesmo que a gente se dedicasse somente a isso, então parece que no fim, não sei se vocês concordam ou não, e é isso que eu quero ouvir de vocês, o que nos faz aceitar o aquecimento global ser antropogênico, não é argumentação científica em si, mas a confiança nas instituições científicas?</p>	<p>Momento de tensionamento sobre o que se aborda no referencial teórico.</p>
01:08:23	<p>A3: Eu acredito que sim, que antes de trabalhar com essas questões apresentadas na aula eu não tinha a ideia da complexidade, eu sabia um pouco das justificativas, como eram abordadas.</p>	<p>Acreditamos na ciência, e por isso, mesmo graduandos de uma área da ciência se baseiam em crença nas instituições.</p>
01:09:01	<p>PE: essas justificativas que você carregava com você, não importam quais fossem, ou o nível delas, eram mais crenças ou você saberia argumentá-las até o fim?                      A3: que até o fim ele questiona, mas saberia dizer que é devido aos gases do efeito estufa absorver mais do que emitir, o quão razoável o quão suficiente isso é, eu não sei, mas também por acreditar muito na ciência. PE: mas isso, mais por acreditar na ciência ou por argumento científico?                      A1: que toda formação é dogmática. Uma vez eu conversei com um professor de filosofia da educação é assim que a gente ensina, é assim que a gente forma as pessoas, a gente diz as coisas e a gente acredita. Eu não preciso ir atrás do teu currículo, por que se eu for atrás vou encontrar instituições de renome, então eu confio nessas instituições por tabela. Como que eu vou saber se tu não foste enganado ou fizeste a tua graduação numa faculdade picareta? O que se acredita é que a UFRGS é uma boa instituição e o que vocês estão ensinando é certo, e que esse certo, vem com caráter de imutável. A3: é dogmático em algum sentido, mas não é como uma igreja, que é impositiva é isso aqui e deu, se você for fazer uma pergunta para um professor, ele está disposto a trazer justificativas, a gente justifica até certo nível. Daria pra questionar, por exemplo, no ensino das leis de Newton, que são bastante usadas para introduzir algumas coisas, daria pra questionar, por exemplo, por que as leis de Newton. A1: trabalhamos com dogmas por que, os postulados são dogmas.</p>	<p>Aparece aqui o problema de confiar no discurso de um único cientista, ou nas instituições cegamente. Essa passagem é bastante importante no que estamos tentando discutir, ao se promover uma educação para autonomia podemos cair nesse comportamento de encontrar certas coisas e passar a acreditar nelas de uma forma imutável. Ou seja, nem somente as instituições científicas, nem somente a autonomia é capaz de preparar para as questões sociocientíficas.</p>
01:11:23	<p>A4: nós acreditamos no método científico, todo mundo o corrige dizendo que evite falar em método científico, como se isso fosse uma ofensa. O clima fica descontraído.</p>	<p>Muitas vezes falar em método científico retoma a ideia de verdade absoluta que a ciência poderia obter.</p>

(h:min:s)	Fala dos participantes	Comentário
01:11:43	<p>PT: Então vocês concordam que em parte a gente toma essas decisões por que confiamos nas instituições? Os alunos respondem que sim. PT: vocês estão familiarizados com a discussão, presente no texto: Alfabetização Científico Tecnológica para que? (Auler &amp; Delizoicov, 2001). Os alunos dizem que não. PT: a ideia é que o discurso que paira na sociedade é que os especialistas sabem resolver. Como exemplo, se as políticas para os aposentados não forem suficientes, quem resolveria seriam os economistas. O que é melhor para o Brasil, seriam os especialistas que iriam dizer. E isso é muito criticado pela perspectiva CTS, pois acaba por inviabilizar a democracia. Porque ter a necessidade de votar, sendo que nesse ponto bastaria escolher o melhor economista, o melhor ambientalista e os colocar no poder, por que eles saberão o que fazer. Então as perspectivas CTS são em prol da autonomia do cidadão. Só que agora estamos esbarrando numa situação, como a questão do aquecimento global, a pandemia. Então na minha impressão pessoal, nestas questões a gente não consegue se posicionar até as últimas consequências. Então em que medida a gente depositar a confiança na ciência não é abrir mão da nossa autonomia enquanto cidadão, ou então como achar o equilíbrio. Tem os extremos, então um dos extremos seria, eu não vou me envolver com nada, deixe que me digam o que fazer, o outro extremo e eu achar que eu posso me posicionar sobre tudo, que eu vou estudar e vou me posicionar sobre tudo, e não vou ouvir as instituições. Onde eu acho o equilíbrio.</p>	<p>Aqui o professor compartilha com os alunos a preocupação da qual já nos referimos no referencial teórico.</p>
01:13:47	<p>A1: o que me interessa vale a pena ir atrás. Eu não tenho muito interesse na área ambiental. Eu me aprofundo no que eu me interesso. Já no que eu não me interesso, por padrão a gente segue o que as grandes instituições vão dizer, principalmente instituições internacionais. Eu não me interesso por biologia, então eu não posso opinar sobre vacina, porém se existe uma organização como a organização mundial da saúde (OMS) e ela diz algo, é uma boa ideia seguir o que ela recomenda. Esse seria o modus operandi.</p>	<p>Aqui parece que A1, segue cegamente o que uma instituição recomenda quando não é de seu interesse.</p>

<b>(h:min:s)</b>	<b>Fala dos participantes</b>	<b>Comentário</b>
01:14:51	PE: Tá, então quando você vai atrás daquilo que te interessa, que tu precisas, após fazer esse movimento, o que é necessário para que você se convença? A1: Ok, me interessei por vacina, o que eu faço? PE: o que você precisa saber para decidir sobre a vacina? A1: o principal, seria o caráter técnico. Admito que de novo cairíamos nisso, e não que o CTS não diga que o caráter técnico não é importante, é que na minha opinião em situações assim, que envolvem políticas públicas, o que deveria definir é o caráter técnico.	Essa fala reforça a ideia de entrega dos problemas para os especialistas.
01:15:43	PT: de fato essa é a nossa discussão, e a pandemia mostra isso com maior clareza, antes da pandemia eu era bem mais relativista, do que eu sou hoje: tá, o aquecimento global é produção cultural, daí tu tens uma pandemia e tu diz, a vamos ouvir os cientistas.	A pandemia, ou outro problema que necessite, de uma conduta coletiva da população, pode mostrar os novos caminhos da Educação em Ciências?
01:16:00	A3: Tá quero me aprofundar no assunto e aí vou atrás das boas instituições, tá, mas e daí, quais são as boas instituições? Daí vou atrás do ministério da saúde que me orientou a tomar cloroquina, isso é muito bizarro. Querendo ou não, talvez não esteja tão claro qual é a instituição que eu possa confiar. Talvez o que torne a instituição boa seja uma decisão política. Ou seja, ser uma boa instituição é relativo ao contexto. PT: a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprova, terapias integrativas como Reiki e constelação familiar, que são terapias que falam sobre o universo e a energia vital e isso está numa portaria oficial do ministério da saúde.	A3 tensiona visto que a decisão de se tomar cloroquina no combate a COVID-19 era ir contra o consenso científico mundial, mas que no Brasil, a instituição responsável por isso recomendava o uso, logo uma decisão totalmente política.
01:17:25	PE: Ok, imaginemos que eu queira saber sobre terapias integrativas. Vou atrás, o que eu preciso saber tecnicamente para entender, teoria quântica? Ok, então eu vou estudar quântica até os últimos limites para entender? O tom da pergunta causa empolgação nos participantes. A3: Exato, então quero entender as terapias integrativas vou pegar um livro didático e estudar toda a quântica? Claro que não! Vou acabar vendo um vídeo do “youtube” e isso pode me levar a uma concepção totalmente errada. PE: A gente acaba acreditando nas instituições e elas me mandam tomar cloroquina e fazer terapias integrativas.	Esse seria o problema de acreditarmos cegamente nos especialistas ou nas instituições.
01:18:18	A1: então o que importa é o consenso. Não que este não erre, mas que ele acaba eximindo a pessoa de culpa. A3: como tu sabe que existe um consenso? Dependendo do contexto político que se encontra o consenso, ele pode ser alterado.	O caráter político parece estar intimamente ligado com a ciência, entretanto apenas a política não resolve o problema.

<b>(h:min:s)</b>	<b>Fala dos participantes</b>	<b>Comentário</b>
01:18:55	A4: eu não posso acreditar na fala de uma única instituição de um único cientista, por que como é uma comunidade inteira de cientistas que estudam, um monte de instituição, se a maioria concordou deve ter algo ali, mesmo que possa ter erro, mas é o melhor modelo para o problema que se tem agora, essa seria a escolha mais inteligente. A3: se colocar no google, ele vai dar a resposta que tu queres, se colocarmos que as energias estão relacionadas aos sentimentos ele provavelmente vai falar sim. A4: o melhor exemplo seria o chat GPT.	Parece que os alunos confiam na ciência e por isso encontraram dificuldades em argumentar anteriormente, quando os argumentos pareciam não seguir as características científicas das quais estão acostumados.
01:20:06	A4: concordo com A3, sobre não escutar apenas um especialista, mas uso o caso da pandemia para mostrar como falas individuais podem ser complicadas de serem filtradas. Ocorre uma conversa descontraída, os professores agradecem a participação dos alunos, e a gravação se encerra.	-