

Artigo / Article

# Nos bastidores da ciência: argumentação, história e filosofia no ensino de Física

*Behind the scenes of Science: argumentation, history, and philosophy in  
Physics teaching*

---

**Érika Cristina Meneses de França** 

Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
erika-fisica140@hotmail.com  
<https://orcid.org/0009-0009-0036-1053>

**Aline Dortas Leal** 

Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
alinedortas@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-4654-528X>

---

Recebido em: 27/04/2023 | Aprovado em: 10/08/2023

---

## Resumo

Pesquisas na área de ensino de ciências vêm evidenciando a importância de abordagens histórico-filosóficas e da argumentação para uma formação reflexiva. O presente artigo tem como objetivo compreender a importância da história e filosofia da ciência aliadas ao ensino de argumentação na Física, tendo como foco as leis de Newton. Para atingir esse objetivo, foi realizada uma revisão de literatura sobre o tema, seguida do desenvolvimento e da aplicação de atividades junto a alunos do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual de Aracaju/SE. Os resultados apontam o desenvolvimento de uma compreensão mais contextualizada acerca da ciência, na incorporação de procedimentos próprios do fazer científico, como a construção de explicações e o emprego de justificativas, a maior sofisticação dos argumentos à medida que os temas debatidos envolviam aspectos sociais e éticos e a mobilização de conhecimentos adquiridos dentro e fora das aulas de Física.

**Palavras-chave:** Ensino de Física • Prática argumentativa • Alfabetização científica • Natureza da ciência • Leis de Newton

## Abstract

Research in the field of science education has shown the significance of historical-philosophical approaches and argumentation for a reflective education. This article aims to understand the importance of the history and

philosophy of science in relation to the teaching of argumentation in Physics, with a focus on Newton's laws. To this end, a literature review on the subject was conducted, followed by the development and application of activities with high school students in a state public school in Aracaju, (Sergipe, Brazil). The results indicate the development of a more contextualized understanding of science, the inclusion of scientific procedures such as the construction of explanations and the use of justifications, the increased sophistication of the arguments as the topics discussed involved social and ethical aspects, and the mobilization of knowledge acquired inside and outside Physics classes.

**Keywords:** Physics Teaching • Argumentative practice • Scientific literacy • Nature of science • Newton's Laws

## Introdução

A Física é responsável por conduzir os alunos a se depararem, em suas trajetórias de aprendizagem, com situações concretas e reais, contribuindo para o entendimento da natureza e, ao mesmo tempo, fortalecendo o interesse científico. Nesse sentido, alguns dos documentos norteadores da educação brasileira se preocupam com a inserção de elementos históricos nas aulas e atividades dessa matéria, apontando a sua importância para um entendimento completo e contextualizado.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) mostram a relevância da abordagem histórica no ensino de Física, ao afirmarem que é fundamental que o conhecimento físico seja explanado como um processo histórico, instrumento de transformação constante e relacionado às formas de produção e de expressão humanas (Brasil, 2000). Já a dimensão filosófica da Física diz respeito, não exaustivamente, à importância que o pensamento possui para a explicação articulada de proposições e de conceituações, especialmente quando se dá sob uma estrutura epistemológico-cognitiva (Batista, 2005).

A despeito disso, o ensino dessa matéria é marcado pela falta de contextualização, o que dificulta a compreensão dos conteúdos por parte dos alunos, que comumente manifestam dificuldade para compreender os conceitos, que exigem interpretação, abstração e observação. Para que essa realidade mude, métodos e investigações atuais são realizados de modo a colaborar para que o ensino seja mais contextualizado e menos fragmentado, passando a fazer sentido para os estudantes e se aproximando da sua realidade (Silva, 2012).

A abordagem da História e Filosofia da Ciência (HFC) emerge como uma importante via para isso, auxiliando no entendimento do percurso e dos fatores relacionados ao fazer científico, como os motivos pelos quais uma proposta é corroborada, a forma como essa proposta se correlaciona a diferentes proposições no decorrer da história, entre outras aplicações (Batista, 2005). Nesse sentido, defende-se que a formação educacional que lida com abordagens histórico-filosóficas e as incentiva é capaz de possibilitar que o docente e o discente aprimorem suas ideias em relação à ciência e ao conhecimento científico.

Segundo Matthews (1995), é necessário que a ciência seja entendida pelos alunos como um conhecimento que está em construção, sem que haja saberes ou teorias definitivos. Ou seja, a qualquer instante uma hipótese pode ser sobreposta por outra que elucide melhor um determinado acontecimento. Dessa forma, o discente é estimulado a examinar e questionar, desenvolvendo uma percepção mais clara do processo de estruturação do conhecimento científico, principalmente se esse for trabalhado dentro de um exercício de argumentação.

Embora a HFC tenha o potencial de contribuir para que os alunos entendam mais sobre as ciências, é preciso que as práticas de produção, comunicação e avaliação do conhecimento científico realmente adentrem sua vivência educacional. Conforme Oliveira (2019), isso pode ser alcançado por meio da confluência entre a HFC e a argumentação, considerando-se que o desenvolvimento da habilidade de argumentar a partir de episódios históricos da ciência constitui uma via para o alcance do domínio das características do fazer científico, sobretudo das práticas epistêmicas.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo compreender a importância da HFC aliada ao ensino de argumentação para o ensino e o aprendizado da Física, tendo como foco as leis de Newton. Para atingir esse objetivo, foi realizada uma revisão de literatura em fontes secundárias da área de educação em ciências e da HFC, que embasou o desenvolvimento e a aplicação de uma série de atividades realizadas durante os meses de janeiro e fevereiro de 2021 junto a alunos do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual de Aracaju/SE, na qual uma das autoras atua como docente. Como base teórico-metodológica, recorreu-se a autores que tratam da HFC no ensino, como Matthews (1995), Pagliarini (2007) e Penitente e Castro (2010), e a Toulmin (2006) e o seu Padrão de Argumento, mobilizado como modelo e como método de análise do exercício argumentativo.

Este texto está dividido da seguinte forma: a primeira seção aborda a HFC, seu lugar e importância no ensino de ciências, dando-se maior ênfase à Física; a segunda seção traz uma reflexão sobre a argumentação na educação, como uma prática interdisciplinar e transdisciplinar que ainda enfrenta dificuldades para ser incorporada às aulas de todas as disciplinas; a seção número três apresenta a descrição das atividades realizadas e a análise dos resultados obtidos; por fim, na conclusão, ocorrem retomadas de pontos importantes e encaminhamentos a novos estudos sobre a temática.

## **1 História e Filosofia da Ciência no ensino: contribuições e desafios**

A ciência não nasce do nada, ou seja, está sempre remetendo a suposições e pressupostos anteriores, de forma a se constituir como uma construção em evolução. A abordagem da HFC, ao situar a ciência historicamente, contribui com a compreensão de como o conhecimento se altera no decorrer do tempo e de como os valores sociais são tomados no processo de formulação de teorias e de modelos. A partir disso, visões deturpadas da ciência são

desmistificadas e desconstruídas, como a ideia de que as teorias científicas já nascem prontas, consensuais e resultantes de uma incrível descoberta feita por um único (e superdotado) cientista (Silva, 2012).

Nesse bojo, Penitente e Castro (2010) enfatizam que todas as teorias científicas que marcaram época por seu grau revolucionário estiveram relacionadas a determinados aspectos do momento histórico em que surgiram. Ainda, as teorias originalmente estabelecidas por determinado cientista quase nunca são propagadas em sua forma original, pois passam por significativas alterações para serem incorporadas aos modelos defendidos a cada época.

Então, a história também passa a ser parte da ciência, embora pouco seja percebida de tal forma. É preciso científicá-la, revesti-la das características que há muito demarcam o fazer científico, e isso é particularmente interessante tanto para as descobertas humanas sobre a história do conhecimento científico quanto para os sujeitos em fase de aprendizagem. Esses últimos, ao construírem historicamente aquilo que já conhecem em sua experiência escolar, sentem mais atração e mais proximidade pelo conteúdo ensinado, o que passa a funcionar como uma espécie de tradução do discurso formal da ciência, repleto de termos difíceis que não fazem sentido, para um discurso acessível e identificável, podendo assim ser praticado significativamente (Carvalho *et al.*, 1990).

Uma forma de realizar essa abordagem no ensino é o uso de textos como materiais didáticos para a aprendizagem de ciências. Conhece-se a prevalência de termos técnicos e de fórmulas matemáticas no ensino-aprendizagem dessa matéria, além do seu apelo visual, calcado, sobretudo, na necessidade de serem estudadas estruturas biológicas, físicas e químicas. Enquanto isso, os textos são mais aproveitados nas aulas de Língua Portuguesa e das ciências humanas, como História e Geografia, sem que o seu potencial didático seja aproveitado no ensino das Ciências da Natureza.

Outro recurso importante para a história da ciência são os debates, colocados por Silva (2012, p. 8) como “elementos de práticas nas quais os alunos são convidados a simular discussões promovidas por ilustres cientistas no passado ou até mesmo encenar peças teatrais que revivam momentos históricos importantes”. Por meio dos debates, é possível incentivar a imersão dos alunos no contexto histórico que circundou determinada descoberta científica ou o desenvolvimento de uma teoria específica, ao mesmo tempo em que se conhece o que o aluno entende sobre o conteúdo.

Esse conhecimento sobre os saberes trazidos pelos alunos é particularmente necessário à abordagem histórica da ciência, uma vez que ajuda o professor a estabelecer relações entre o conhecimento antigo e o novo, bem como a perceber as influências que o primeiro exerce sobre o segundo e vice-versa (Penitente; Castro, 2010). Isso, por sua vez, permitirá ao professor descobrir a real função dos erros cometidos pelos aprendizes no processo de desenvolvimento intelectual, os quais, longe de significarem que o aluno não aprendeu nada do que foi ensinado, remetem a uma natural correspondência entre o pensamento individual e ideias científicas que foram abandonadas ou transformadas no decorrer do tempo (Pagliarini, 2007).

Como não existem escolhas científicas neutras, desconectadas de ideologias e de visões sobre a existência humana, a abordagem histórica sem a devida fundamentação teórica e desconectada de suas implicações filosóficas é vazia (Peduzzi, 2001). Se tomado por si só, o episódio histórico estará mais voltado ao conhecimento daquele fato do que a serviço do entendimento científico. Diferentemente, por meio de um viés filosófico, esse mesmo episódio servirá tanto à reflexão quanto ao esclarecimento das diferentes concepções de ciência que já existiram e foram abandonadas no decurso histórico.

Essa mesma disposição é seguida na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sobre o ensino de ciências:

Na mesma direção, a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (Brasil, 2018, p. 550).

Vê-se que a BNCC inclui a contextualização direcionada aos aspectos humanos, culturais e sociais do fazer científico, com a finalidade de desconstruir a visão puramente técnica tradicionalmente determinante do ensino de ciências. No entanto, essa abordagem ainda é tangenciada, ocorrendo de forma superficial e, muitas vezes, inadequada. Civiero *et al.* (2016), em seu estudo sobre a HFC em livros didáticos de Física e de Matemática, atestam que há predominância de uma visão de história da ciência excessivamente ilustrativa, acrítica e fragmentada, bem como de uma filosofia da ciência atórica, aproblemática, individualista e elitista, trazendo temas e conteúdos apenas em adjacências, presentes em caixas de curiosidades e/ou em textos complementares. Ou seja, permanece a dificuldade de tomar a HFC como um eixo estruturante sobre o qual o ensino irá ocorrer, em sua integralidade.

A Física está sujeita a essas distorções, inadequações e reducionismos, sobretudo por ser descontextualizada em relação ao aparato histórico-filosófico-social que auxilia a entender melhor sua natureza e seu desenvolvimento. Desde o seu surgimento, na Grécia Antiga, onde observações dos fenômenos naturais originaram as primeiras teorias físicas, essa ciência evoluiu através de embates e de descobertas, ao mesmo tempo em que ia se incorporando à cultura humana e integrando-se à sociedade como um instrumento tecnológico indispensável à modernidade e à formação do cidadão (Brasil, 2000). Entretanto, passou a ser marcada pelo caráter excessivamente técnico e voltado à prática necessária ao avanço da economia, à medida que a civilização foi se desenvolvendo (Alves, 2012).

Assim, devido à importância profissional e mercadológica atribuída à Física, essa passou a integrar um dos principais eixos do currículo escolar. Seu peso em exames educacionais de grande relevância, requisitados como forma de adentrar o âmbito universitário e com um amplo apelo conteudista, leva a um adensamento dos conteúdos programáticos, havendo a massificação de saberes estanques em padrões impostos pelas instituições e pelo governo (Nascimento, 2016). Desse modo, acaba existindo uma restrição no trabalho docente,

que dificilmente consegue trazer em suas práticas uma realidade mais contextualizada e articulada com a vida dos alunos.

Através da abordagem histórico-filosófica, a Física deixa de ser um apanhado de modelos científicos sem relação prática com a realidade e passa a ser encarada como uma peça integrante da cultura não fechada em si mesma, pois se relaciona diretamente com o contexto que a cerca, responsável inclusive pela superação de modelos e de teorias durante os tempos. Como afirma Valadares (2012), as estratégias elaboradas com base nessa abordagem trazem em seu âmago a ligação da ciência com outros setores da atividade humana, incluindo-se o político-social e o econômico.

Ademais, a HFC também favorece a comunicação em Física, ao passo que a linguagem desenvolvida por essa ciência ao longo do seu processo de construção é composta por esquemas de representação, símbolos e códigos de difícil compreensão, por serem desconectados da comunicação humana trivial (Brasil, 2000). Saber como essa forma de comunicação diferenciada evoluiu no decorrer da história e entrar em contato com os seus usos por pessoas que viveram em épocas anteriores ajuda a entender o motivo por trás dessas especificidades e a perceber que não são exclusivas da atualidade, além de fortalecer o caráter evolucionista e dinâmico presente em toda linguagem, inclusive na científica.

Portanto, entre as contribuições que a HFC no ensino de ciências pode proporcionar à formação do indivíduo, está o aprimoramento da compreensão e da prática linguística e comunicacional, dentro do âmbito da ciência e fora dela. Defender ideias com base em argumentos é uma das vias para isso, pois se constitui como uma tarefa que demanda competências e habilidades não só no uso da linguagem como também na construção e na organização do raciocínio, algo que está na base de toda prática científica e, dessa forma, é condição essencial para um ensino de ciências contextualizado histórica e filosoficamente.

## 2 A argumentação no contexto educacional escolar

A argumentação é uma das capacidades exclusivamente humanas, intrínseca à linguagem e instrumento de posicionamento do indivíduo. Desde a retórica e a dialética surgidas na Grécia Antiga em meio aos filósofos até os dias atuais, o exercício argumentativo é questionado e estudado a partir de diferentes teorias e métodos. Com o passar do tempo, a argumentação teve sua aplicação expandida, de modo a abarcar novas temáticas com as quais a existência humana se depara, sendo a formação educacional um dos contextos mais visados.

Porém, antes de adentrar essa seara, é importante definir o que se está chamando de argumentação. Para isso, adota-se a definição dada por Leitão (2007): uma atividade, ao mesmo tempo, discursiva e social voltada à defesa de pontos de vista e ao exame de objeções e visões distintas, com o fito de potencializar ou de enfraquecer a aceitabilidade dos posicionamentos em questão, e que inaugura no discurso um processo de negociação mobilizador das divergências existentes entre concepções acerca dos fenômenos físicos e sociais.

Dessa forma, a argumentação possui o potencial de construção do conhecimento e do pensamento reflexivo, ao levar o indivíduo a mobilizar ideias, informações e pensamentos de maneira direcionada a determinado fim. Esses aparatos podem advir tanto da bagagem social e cultural do sujeito, adquirida em suas vivências, quanto de buscas em diferentes fontes realizadas com o intuito de reforçar os argumentos. Logo, a educação é um espaço próprio para o desenvolvimento da capacidade argumentativa, ao possibilitar condições para o domínio das formas e das estratégias de argumentação, concedendo arcabouço para a elaboração de argumentos, e ao trazer o exercício argumentativo em sua própria realização, pois é um processo essencialmente interacionista, no qual o contato com o outro vem acompanhado de uma série de discursos, opiniões e informações quase sempre diferentes e muitas vezes contrários.

Mesmo sem perceber, alunos e professores se deparam com a arte da retórica, que consiste numa racionalidade argumentativa, ainda que esse não seja um dos conteúdos presentes nos currículos escolares: ela está presente na produção de textos, na apresentação oral de trabalhos, em debates, entre outras estratégias pedagógicas (Oliveira; Oliveira, 2018). Porém, a argumentação integra a BNCC atual, publicada em 2018, como uma das competências a serem desenvolvidas no Ensino Básico:

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (Brasil, 2018, p. 9).

Observa-se um direcionamento da capacidade de argumentar em relação à capacidade de respeitar o outro e o meio ambiente, considerando-se a interligação das dimensões e dos elementos da vida em sociedade numa visão abrangente e pautada na coletividade. Desse modo, a abordagem educacional da argumentação não se restringe ao domínio linguístico, devendo ser interdisciplinar e transversal, visto que envolve conceitos e práticas de diferentes áreas do currículo.

Contudo, devido à fragmentação do conhecimento que ainda caracteriza a educação escolar, existem dificuldades para integrar a argumentação transversalmente ao currículo e às aulas. Na BNCC, a sua presença é identificada, quase sempre, na área de Linguagens – Língua Portuguesa, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, com foco na identificação e na compreensão de recursos persuasivos e de marcas linguísticas em diferentes textos, e na Matemática do Ensino Médio, de maneira pontual.

Nas Ciências da Natureza, elaborar argumentos está entre os procedimentos e instrumentos de investigação dos quais os alunos devem se aproximar, com base na análise de dados e de informações pertinentes a essas áreas do conhecimento (Brasil, 2018). Nessa abordagem, o destaque se encontra na necessidade de deslocar o foco da aquisição do conhecimento científico para a sua produção e análise críticas, a fim de que os alunos adquiram autonomia em sua jornada de formação científica e aprimorem a capacidade de lidar com diferentes situações-problema.

Para que esse avanço seja possível, é apontada a importância de se apropriar das formas de expressão próprias das Ciências da Natureza, de tal modo que os estudantes aprendam “a estruturar discursos argumentativos que lhes permitam avaliar e comunicar conhecimentos produzidos, para diversos públicos, em contextos variados, utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) [...]” (Brasil, 2018, p. 552). Ou seja, é necessário um trabalho pedagógico que não seja nem puramente científico, nem puramente argumentativo, mas sim que una essas duas instâncias em um contexto de aprendizagem interdisciplinar e significativo, superando-se as ações isoladas e fragmentadas com as quais o ensino de argumentação ocorre.

Para isso, é necessário recorrer a parâmetros, sob pena de recair em generalizações e em pensamentos infundados ou de não dar condições suficientes para que os alunos possam questionar e defender suas ideias adequadamente. Com isso, faz-se essencial refletir sobre o caminho que será percorrido nas aulas e qual(is) serão as suas bases, o que perpassa pelo delineamento dado à argumentação, em termos teóricos e práticos, e pelas suas aproximações e distanciamentos do ensino de ciências, de modo geral, e de Física, em particular, sendo essa a visão explorada na subseção a seguir.

## **2.1 Reflexões sobre a argumentação no ensino de ciências: a contribuição de Toulmin**

A presença da argumentação nos estudos acerca do pensamento e da linguagem data de 1950, com base nas contribuições de Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) e de Stephen Toulmin (2006). Todavia, a sua relação com o ensino de ciências tardou consideravelmente, tendo despontado com maior força a partir da publicação da obra *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*, lançado em 2008. Antes de abordar as visões e informações trazidas por essa obra, importa salientar algumas questões relativas aos primeiros autores mencionados, já que estes inauguraram formas modernas de lidar com a argumentação.

Ainda na Antiguidade, Aristóteles revolucionou a forma de conceber a retórica, colocando-a em destaque quando, até então, era vista como uma forma de ludibriar. Muito tempo depois, eis que surge uma forma de retórica que parte dessas ideias para tratar dos valores humanos sem que a força argumentativa se esvaia: Chaïm Perelman, em trabalho conjunto com sua assistente Lucie Olbrechts-Tyteca, ao lançar o *Tratado da Argumentação*, inaugura uma retórica em que

[...] não existe o verdadeiro ou o falso no plano argumentativo, como ocorre na lógica formal, mas, sim, a verossimilhança, dado que as opiniões são valorizadas, e a força delas é que irá conduzir o auditório para uma ou outra tese. De outra maneira, no momento de exposição dos argumentos, o que tiver mais força persuasiva conduzirá o auditório para uma ‘verdade’ ou, melhor dizendo, para um acordo provisório. Provisório porque em outro momento o mesmo auditório poderá ponderar de maneira diferente, dependendo dos condicionantes da argumentação (Oliveira; Oliveira, 2018, p. 205).

Essa abordagem foi denominada Nova Retórica, articulada aos processos educativos, cuja dimensão argumentativa se diferencia de outras a partir do momento em que “o educador foi encarregado por uma comunidade de tornar-se o porta-voz dos valores reconhecidos por ela e, como tal, usufrui um prestígio devido a suas funções” (Perelman; Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 58). Nesse sentido, segundo os autores, o professor não precisa empregar estratégias de persuasão junto aos seus alunos, visto que eles lhe depositam uma confiança que prescinde da persuasão.

Porém, os alunos e professores da época em que essa obra foi produzida e lançada não são os mesmos da atualidade. Muito aconteceu na história da humanidade, e hoje os estudantes contam com diversos recursos que lhes permitem o acesso a uma infinidade de informações, o que lhes confere autonomia e confiança para, por vezes, desconfiarem daquilo que está sendo dito pelo professor e, dessa forma, questionarem a sua autoridade docente (Oliveira; Oliveira, 2018).

Movido por essa nova teoria da argumentação que rompe com o caráter monológico da lógica formal, Stephen Toulmin criou o Padrão de Argumento, também conhecido como Toulmin's Argument Pattern (TAP), divulgado no livro *O uso dos argumentos* (publicado originalmente em 1958). Toulmin (2006) estabeleceu uma interpretação estrutural da argumentação, considerando os diferentes elementos que compõem o argumento e buscando a forma como sua validade ou invalidade está relacionada a eles. Segundo Sasseron e Carvalho (2011, p. 100), esse autor tinha como propósito demonstrar que nem todos os argumentos se enquadram na forma “das premissas às conclusões”, e faz isso apontando uma variedade de elementos que podem estar presentes e serem combinados distintamente.

Nesse sentido, Guimarães e Massoni (2020) afirmam que, nessa visão, os argumentos podem ser lançados para vários fins e nem sempre contam com uma estrutura formada pela lógica clássica e canônica (teoria aristotélica sobre o silogismo, por exemplo). Dessa forma, Toulmin (2006) demonstra que a argumentação não é exclusiva de determinadas áreas do conhecimento tradicionalmente voltadas à persuasão, como o Direito, apontando que pode ser realizada em qualquer domínio, tanto das Ciências Sociais quanto das Humanas e, naquilo em que reside o interesse deste artigo, nas Ciências Naturais.

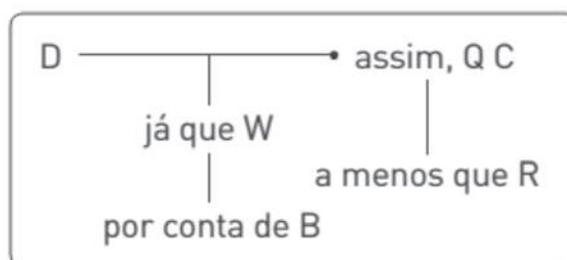
Toulmin (2006) parte da ideia de que o ser humano recorre a fatos com vistas a dar apoio às suas alegações e, nesse sentido, diferencia a conclusão (C), que é a alegação a ser argumentada, daqueles dados mobilizados para fundamentá-la (D), acrescentando as garantias de inferência (W), que possibilitam a passagem dos dados à conclusão. Desse modo, o argumento possui a seguinte estrutura básica: a partir de um dado D, já que W, então C. Porém, outros elementos podem ser acrescentados, sendo eles os qualificadores modais (Q), que explicitam as condições em que as garantias de inferência (W) serão válidas e fortalecem a conclusão; as refutações (R), que expressam um sentido contrário aos primeiros, ao afirmarem as condições em que as garantias não são válidas, contestando as suposições; e o conhecimento de base (B), que reúne informações e conceitos que oferecem suporte às garantias de inferência (W).

Assim, pode-se afirmar que esses elementos **se** configuram como formas e estratégias criadas pelos indivíduos para justificar seus posicionamentos, e a sua consideração representa um amadurecimento do olhar sobre a argumentação. Isso porque, conforme Toulmin (2006), a lógica dos silogismos e a lógica matemática, que muito influenciaram o modo como são interpretados e julgados os argumentos, são marcadas pela distância da realidade prática de produção e de crítica, a qual traz diferenças em relação à teoria da lógica. Logo, seu modelo epistemológico e empírico “admite que frequentemente tiramos nossas conclusões num instante, sem nos atentarmos a quaisquer estágios intermediários, que são essenciais aos critérios abstratos e formais governados por regras” (Guimarães; Massoni, 2020, p. 489), embora isso se dê por meio de padrões que mais ou menos se repetem.

Ainda, enfatiza-se que Toulmin (2006) altera a forma como a conclusão é tradicionalmente encarada, descrevendo-a como um elemento constituinte do argumento que não precisa ter sentido completo por si só, pois este advirá do conjunto formado pelos demais elementos. Com isso, a conclusão deixa de ser fechada em si mesma e totalmente visualizável nas marcas linguísticas que a caracterizam e passa a estar diluída no ato argumentativo, podendo aparecer em qualquer posição (e não necessariamente ao final, como nos silogismos).

Para uma melhor visualização, segue um esquema na Figura 1, dentro da estrutura que Toulmin (2006) denomina “*layout*”:

**Figura 1.** *Layout* de um argumento completo segundo o TAP



**Fonte:** Toulmin (2006, p. 150).

Quanto mais próximo dessa estrutura, mais um argumento será considerado completo, ou sofisticado. No entanto, concorda-se com Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014) sobre a relevância de se observar não apenas a combinação entre os elementos, mas também a frequência com que surgem. Essa observação se mostra de grande importância quando se trata de utilizar o TAP como ferramenta teórico-metodológica para o entendimento e a análise tanto dos argumentos quanto do processo de argumentação empreendido pelos estudantes, pois é uma forma de identificar a variedade de raciocínios e de inferências entre eles.

Ao possibilitar esse reconhecimento, o Padrão de Argumento de Toulmin (2006) favorece também o percurso trilhado pelos alunos rumo ao conhecimento, ao dar espaço para que os conhecimentos já possuídos por eles se manifestem na argumentação, e oferece um

caminho para que sejam visualizados em sua mobilização direcionada a determinado objetivo persuasivo. Nessa direção, afirma Kuhn (1993) que considerar o pensamento como um processo de argumentação é fundamental a todo ato educativo, pois é no exercício da argumentação que se encontram as formas de pensar mais significativas da existência humana. Visualizar isso e tornar o aluno capaz de encarar a argumentação como algo possível a todos é, também, incentivar o conhecimento da ciência em seus desentendimentos e contradições, tentativas e fracassos de convencer o outro, ou mesmo toda uma sociedade.

Nas interpenetrações entre a argumentação e o ensino de ciências, destaca-se o livro *Argumentation in Science Education*, já mencionado, no qual está presente uma série de propostas de ensino que abordam a argumentação e a educação científica em seus diversos objetivos, relacionados aos atos comunicativos, ao discurso, ao ensinar e aprender, à epistemologia e à formação do cidadão. Com base em Oliveira (2019, p. 27), são várias as contribuições da argumentação para as aulas de ciências encontradas nesse livro, destacando-se estas cinco:

[...] o desenvolvimento cognitivo e metacognitivo que caracterizam o desempenho hábil e permitem a modelagem pelos estudantes; o desenvolvimento de critérios epistêmicos para a avaliação de conhecimentos e a enculturação na cultura científica; a alfabetização científica e a capacitação de estudantes para falar e escrever a linguagem da ciência; o desenvolvimento do raciocínio, especialmente, a escolha de teorias ou pontos de vista com base em critérios racionais; o desenvolvimento de competências comunicativas, particularmente, o pensamento crítico (Oliveira, 2019, p. 27).

A partir dessa perspectiva, observa-se que, com um ensino baseado na argumentação, o aluno tem a possibilidade de desenvolver-se na cultura da ciência, não apenas entendendo-a como também vivenciando-a em toda a sua formação. É, pois, o que ficou conhecido como Alfabetização Científica (AC), que, segundo Leite *et al.* (2019), pressupõe a desmistificação de visões distorcidas da ciência, surgidas no decorrer dos tempos. Mas a AC não se resume a uma temática a ser inserida no currículo escolar, sendo “uma atitude, uma maneira de se posicionar em sociedade com respeito a situações que envolvam as ciências” e, portanto, não é possível o seu alcance em um ensino exclusivamente pautado em conceitos científicos (Scarpa; Sasseron; Batistoni e Silva, 2017, p. 12).

Nesse âmbito, a AC tem sido concebida e construída como objetivo principal do ensino das ciências, na medida em que põe os estudantes em contato com os muitos aspectos intrínsecos da área, incluindo suas relações e seus condicionantes, em uma visão histórica e cultural (Sasseron, 2015). Logo, trata-se de um conjunto que engloba as diferentes faces do fazer científico que estão profundamente conectadas, já que integram a sua natureza.

Sendo a escola um espaço que tem sua própria cultura, marcada por formas de relacionamento, de contextos e de experiências não encontradas em outros espaços ou situações, salienta-se a necessidade e o desafio de aproximar a cultura científica da cultura escolar. Para isso, é preciso perseguir conhecimentos e atitudes que tratem as Ciências da Natureza como

mais do que um componente do currículo, realizando-se, então, uma alfabetização voltada à sua enculturação pelos alunos.

Dessa forma, a AC pressupõe a construção de uma espécie de cultura científica escolar, que institua e seja instituída por normas, práticas e posicionamentos voltados tanto às situações didáticas em geral quanto àquelas próprias das ciências. Mais uma vez, o exercício argumentativo mostra-se imprescindível, por ser componente tanto da cultura escolar quanto da científica e, com isso, revelar-se como uma via teórico-prática para realizar essa união entre a escola e a ciência (Scarpa; Sasseron; Batistoni e Silva, 2017).

### 3 Intervenção, resultados e discussão

Tomam-se, aqui, as falas e os textos produzidos por alunos de três turmas do 1º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual de Aracaju/SE, durante uma série de atividades realizadas de forma remota, devido às medidas de contenção durante a pandemia de Covid-19. Essas atividades ocorreram em dias diferentes para cada turma, dentro do período letivo, e integraram o conteúdo programático de Física, constituindo a introdução do estudo das leis de Newton, como forma de contextualizar seus aspectos históricos, sociais e filosóficos, dentro da perspectiva da HFC, e de possibilitar aos alunos um exercício argumentativo direcionado à aprendizagem científica.

Os textos foram produzidos por via oral e escrita, recorrendo-se à transcrição dos primeiros após o encerramento das atividades, que foram gravadas. Tomou-se como base de análise o Padrão de Argumento de Toulmin (2006), em um movimento que buscou a identificação dos elementos mobilizados, a compreensão do seu funcionamento discursivo e linguístico e as combinações e frequências com que aparecem, de modo a verificar o quanto contribuem com a força do argumento.

Primeiramente, as produções foram separadas em blocos de sentido. Esses blocos foram identificados de acordo com os elementos que compõem o Padrão de Argumento de Toulmin (2006). Esses elementos foram destacados, para uma melhor visualização, de acordo com suas iniciais entre parênteses. A fim de proteger a identidade dos estudantes, a identificação seguiu uma codificação composta pela inicial “A” seguida do número de ordem.

A primeira atividade visou introduzir os conceitos físicos a serem trabalhados a partir da sua contextualização dentro da realidade prática dos alunos, naquele tempo e espaço em que se encontravam no momento da aula. Inicialmente, os alunos foram convidados a observar e a relatar quais objetos existiam no espaço onde estavam, como cadeiras, mesas, armários, entre outros. Então, sob a supervisão da professora, que fazia um acompanhamento visual através das câmeras dos computadores utilizados pelos alunos, eles passaram a realizar diferentes movimentos com os objetos, como puxar, empurrar, levantar, na mesma direção e em direções opostas.

Após esse primeiro momento, foi solicitado que refletissem acerca das ações que realizaram: Quais variáveis as influenciaram? Que objetos se moveram mais facilmente do que outros e por quê? Que relações existem entre essas observações e a Física? Com isso, os alunos puderam entrar em contato com os fenômenos a serem estudados a partir de uma postura observadora e reflexiva, antes de adentrarem os conceitos já estabelecidos, tal como o cientista que realiza experimentações e coleta dados antes de partir para a teoria.

As respostas apresentadas por eles, oralmente, foram, em geral, compostas por dados e conclusões, sem a presença dos outros elementos que tornariam os argumentos mais completos. Como exemplo, cita-se a fala de A2: “*O movimento depende da intensidade da força que irá colocar no objeto (C), pois com relação à terceira lei de Newton, quando um objeto exerce uma força em outro objeto, o outro objeto vai ter a mesma intensidade gerada (D)*”. Observa-se que a alegação é defendida com base num dado comprovado cientificamente e inserido nos tratados teóricos da Física, o que demonstra a mobilização de conhecimentos prévios no exercício argumentativo. Contudo, nota-se a ausência dos demais elementos do argumento, o que fragiliza a conclusão, tendo-se em vista que o efeito das forças de ação-reação sobre qualquer um dos objetos em questão pode ser divergente, dependendo das suas massas. Com isso, um objeto pode entrar em movimento e o outro não, e ambos podem se movimentar ou podem permanecer parados, de acordo com a ação dessas forças.

Na segunda atividade, foi apresentado o vídeo “Ação e Reação – Gentileza” (2012), que aborda ações realizadas por pessoas em prol de outras, que reagem da mesma forma com as pessoas seguintes, numa espécie de encadeamento. Essa ideia foi tomada de forma transdisciplinar envolvendo a terceira lei de Newton, já que seu princípio é o de que toda ação gera uma reação. Assim, considera-se que o vídeo é uma analogia a esse conteúdo físico, e foi essa a associação interpretativa solicitada aos alunos, na forma da seguinte pergunta a ser respondida **em um texto escrito**: “Como a terceira lei de Newton se aplica ao conteúdo do vídeo e como isso pode ajudar na construção de um mundo melhor?”.

Em suas respostas, produzidas de forma escrita e individualmente, os alunos associaram as diferentes ações realizadas pelos personagens aos movimentos dos corpos estudados na Física. A maioria dos textos afirma que o vídeo apresenta ações e reações de mesma intensidade e em sentidos diferentes, sendo essa intensidade a gentileza que é repassada de pessoa para pessoa. No que tange ao padrão de argumento, em geral, repete-se a união entre dado e conclusão, mas, em algumas respostas, foram identificadas garantias de inferência (W), como pode ser visualizado no texto de A1:

O vídeo, em si, nos traz uma sequência de ações e reações. O moço que ajuda o garoto, o garoto que ajuda a idosa (D). Essa sequência de ações e reações acaba sendo de mesma intensidade, de mesmo modo, mas, meio que, de sentidos diferentes (W). Então, a terceira lei de Newton se aplica aí (C). Foram várias ações e reações que aconteceram por todo o vídeo (D). E é como diz o ditado: ‘O bem gera o bem’ ou ‘Tudo que a gente planta, a gente colhe’ (W). A mesma intensidade que o moço fez pro garoto, foi a mesma intensidade que ele recebeu no final do vídeo (C).

Os dados (D) dizem respeito a situações observadas no vídeo; já as garantias de inferência (W) são ideias diretamente ligadas aos dados e que, por estarem baseadas em saberes teóricos (“*Essa sequência de ações e reações acaba sendo de mesma intensidade, de mesmo modo, mas meio que de sentidos diferentes*”) e populares (“*E é como diz o ditado: ‘O bem gera o bem’ ou ‘Tudo que a gente planta, a gente colhe’*”), auxiliam na inferência da conclusão a partir dos dados; e a conclusão (C) é delimitada textualmente pela conjunção conclusiva “então” e continua ao final do texto, relacionando a terceira lei de Newton ao conteúdo do vídeo.

Assim, configura-se um padrão de argumento no qual as conclusões são justificadas muito mais por concepções alternativas, devido aos fatos observados no decorrer do vídeo, do que por conceitos físicos presentes na terceira lei de Newton. Esses conceitos servem como garantias de inferência ou conhecimentos de base, a depender da forma como são elaborados dentro do texto: em algumas respostas, são citados genericamente, e em outras são inseridos dentro dos princípios que lhes cabem. Contudo, sempre estão relacionados aos dados e às alegações.

Na terceira atividade, deu-se continuidade ao processo de contextualização dos conceitos científicos, porém o foco passou aos bastidores da ciência que culminaram na publicação da obra de divulgação das leis de Newton, o livro *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, publicada originalmente em 1687. Para isso, foi compartilhado com os alunos, previamente, o documentário “Quando o conhecimento venceu o medo”, terceiro episódio da série Cosmos: Uma odisseia do espaço-tempo (2014), ao qual eles assistiram de modo assíncrono.

A escolha desse vídeo, com duração total de 43 minutos e 8 segundos, ocorreu não apenas pelo conteúdo teórico-científico que apresenta, mas também pela riqueza de detalhes históricos e filosóficos relacionados à ciência e pela forma como os aborda para mostrar que esta evolui de modo contínuo, não sendo um produto acabado. Essa ideia foi observada pelos alunos no debate online que ocorreu, pois todos fizeram afirmativas referentes ao aperfeiçoamento, à evolução, às mudanças e à continuidade do conhecimento e/ou da ciência.

Porém, para a compreensão do teor das perguntas que direcionaram o debate e das falas dos alunos, é preciso esclarecer, sumariamente, o conteúdo histórico-filosófico de que trata o vídeo em questão, pois foi a partir dele que a atividade aconteceu. Por volta de 1684, Isaac Newton foi procurado por Edmond Halley devido a um problema científico que ninguém da comunidade científica conseguia desvendar, que pode ser resumido na seguinte pergunta: Qual seria a força de atração exercida pelo Sol que coordena o movimento dos planetas? Ao recordar que Newton, alguns anos antes dessa época, havia publicado um estudo revelador na área da Óptica, surgiu a Halley a ideia de que esse estudioso poderia responder satisfatoriamente à pergunta citada e, então, procurou-o. Ao fazer isso, Halley ficou surpreso ao saber que o jovem cientista Newton não só havia conseguido responder, há algum tempo, a questão que tanto ocupava a mente de importantes estudiosos como também havia produzido outros estudos até então desconhecidos de toda a sociedade. Assim, enxergando a importância daquelas

descobertas sobre o movimento dos corpos, as quais inauguraram a moderna ciência da dinâmica, Halley patrocinou a publicação dos estudos de Newton, no livro já mencionado. Porém, Robert Hooke, outro cientista renomado, afirmou publicamente que Isaac Newton havia roubado a sua pesquisa sobre luz e cores, quando, na verdade, a pesquisa foi de autoria de Newton. Isso fez com que este último resistisse a fazer a publicação do livro *Principia*, que aconteceu muito tempo depois da visita de Halley e apenas após muito esforço e insistência deste.

Embora essa seja uma narrativa bastante resumida dos episódios relacionados à obra newtoniana, revela embates e controvérsias que marcam a ciência e integram seus aspectos históricos e filosóficos, cujo conhecimento é de suma importância para a formação educacional. Também se constitui como um tema interessante a ser debatido, por envolver disputas e acusações que colocam dois grandes cientistas em lados opostos. Diante disso, algumas das questões que nortearam o debate síncrono foram: Por que o encontro entre Isaac Newton e Edmund Halley foi tão importante para a ciência? Vocês concordam com a postura adotada por Hooke? Por quê? Que elementos visuais foram utilizados no vídeo para caracterizar Hooke? Vocês acham que isso ofusca o conhecimento e as descobertas desse cientista? Até que ponto um cientista brilhante pode se valer de seu status junto à sociedade científica?

Em geral, as respostas, produzidas oralmente, caracterizaram-se por uma estrutura narrativa, na qual são relatados os acontecimentos mostrados no vídeo. Esses acontecimentos servem de dados para as conclusões, mantendo-se a estrutura “dado mais conclusão” verificada nos textos produzidos nas atividades anteriores. Isso pode ser constatado na fala de A1:

A parte que eu achei mais importante foi a do trabalho entre Newton e Halley (C). Newton precisava desse ‘empurrão’ para que suas ideias fossem lançadas para a sociedade e Halley ajudou muito para que isso acontecesse. E os três volumes dos livros de Newton foram publicados, através da contribuição de Halley (D).

Observa-se que o texto se refere diretamente ao incentivo que Newton recebeu de Halley e à importância disso para a divulgação científica, uma alusão que é feita por meio de uma estrutura composta por uma conclusão, que se configura como uma tomada de posição em relação ao vídeo em questão (C), acompanhada de sua justificativa, na forma de dados apresentados nesse mesmo vídeo (D). Nessa e nas outras respostas sobre o episódio em questão, verifica-se a percepção de como a ciência é um estado colaborativo em que as ideias e as atitudes solitárias pouco contribuem com o fazer científico e com a sociedade.

O encontro entre Halley e Newton também foi discutido do ponto de vista histórico, a partir de uma questão que foi proposta aos alunos no decorrer do debate: “Qual a importância dos elementos históricos para aquilo que é abordado no episódio?”. A seguir, é transcrita uma das falas a esse respeito.

A1: Eu acho que sem esses elementos, se for tomar por base Halley, ele não conseguiria prever o momento em que o cometa passaria, ou de quantos anos em quantos anos ele passaria (D), então para Halley isso foi muito importante (C). Eu

acho que hoje para muitos cientistas e até historiadores os acontecimentos históricos e elementos históricos são muito importantes (C).

Nessa fala, pode ser identificado um posicionamento da aluna em relação ao que propõe a pergunta: o de que os elementos históricos foram/são muito importantes para Halley e para qualquer outro cientista e historiador. Esse posicionamento é acompanhado por uma informação que o justifica (D), baseada num fato que foi retratado na obra audiovisual, qual seja, a previsão do período orbital do cometa feita por Halley.

Acerca da atitude tomada por Hooke e da reação de Newton diante dela, todos os alunos condenaram a ação desse primeiro estudioso, emitindo opiniões com base em valores que julgam importantes para a sociedade e a ciência, como respeito e honestidade. Porém, os argumentos também se mantiveram, em geral, restritos à forma “dado mais conclusão”, sendo uma das exceções a fala de A1: “*Claro que (Q) não [concordo] (C), a pessoa tomar privilégios, à custa de outro que trabalhou e não teve nem pequenos méritos é um ato deplorável (D)*”. Como a questão solicita dos alunos uma tomada de posição em relação à atitude de outra pessoa, a conclusão (C) é uma palavra que expressa essa posição (“não”). Nessa resposta, há um qualificador modal (Q), que é utilizado para especificar “[...] as condições necessárias para que a garantia de inferência seja válida, indicando uma referência explícita ao grau de força que os dados conferem à conclusão” (Oliveira; Cruz; Tourinho e Silva, 2020, p.188). É esse papel que a expressão “claro que” exerce no texto, pois exprime uma força e uma certeza ao que está sendo concluído, sem deixar margem para outras interpretações, as quais são vistas como incabíveis diante desse tipo de atitude.

Por fim, aborda-se a argumentação em torno da imagem dada a Hooke no episódio, na qual elementos negativos foram mencionados pelos alunos, como o rosto escondido em sombras e a aparência velha e corcunda, como estratégias para condenar a atitude tomada por esse cientista. Contudo, todos concordaram que isso não desmerece as importantes descobertas que ele fez, como a da força elástica. Também foi enfatizada a separação entre o cientista Hooke e a pessoa Hooke, afirmando que as descrições e as informações dadas pelo vídeo revelam a pessoa e a sua ética, e não o cientista, como pode ser visto a seguir.

A4: Não (C), em relação as descobertas (R), sim (C) para a pessoa que ele é (R).

A5: De modo algum! (C) O documentário soube separar muito bem isso (D). Obviamente (Q) ele era extremamente inteligente e muitas de suas descobertas foram essenciais para a ciência (W). Em contrapartida, conhecemos também a ética de Hooke, mostrando ele como pessoa (D). A atitude dele foi, sem dúvida, condenável, mas sua mente era inegavelmente brilhante! (W).

As conclusões observadas se constituem como posicionamentos afirmativos/negativos solicitados pela questão. Na primeira resposta, identifica-se uma conclusão negativa e outra positiva, acompanhadas de seus respectivos refutadores, que “especificam em que condições a garantia não é suficiente para dar suporte à conclusão” (Oliveira; Cruz; Tourinho e Silva, 2020, p.188). Nesse caso, “em relação às descobertas” expressa que, em uma circunstância diferente,

a conclusão “não” seria inválida; o mesmo acontece com “*para a pessoa que ele é*”, em relação à conclusão “sim”.

Já na segunda resposta, a conclusão é justificada tanto por dados (D) quanto por garantias de inferência (W). Sobre os primeiros, observa-se que se referem a aspectos que o enredo apresenta aos telespectadores do vídeo, e isso serve como âncora para o posicionamento negativo. Já as garantias de inferência são informações voltadas à personalidade de Hooke e às suas contribuições como cientista, o que reforça a ideia de que, apesar da sua atitude condenável, ele não deixou de realizar feitos importantes que ficaram gravados na história, garantindo que a relação entre o que foi abordado no documentário e a conclusão se mantenha na argumentação.

## Conclusão

Por meio da HFC, a ciência pode ser visualizada em seus aspectos mais humanos, com suas falhas e virtudes, seus desafios e vitórias, de modo a estimular a sua aproximação de sujeitos que, embora temporal e espacialmente distantes dos responsáveis pelas descobertas científicas que marcaram a história, podem dar continuidade a esse processo de constante evolução que é o fazer científico. Nesse contexto, a argumentação surge como importante aliada na busca por um ensino mais contextualizado, crítico e reflexivo, capaz de dar autonomia aos alunos na formação científica.

Neste estudo, observou-se que os alunos participantes iniciaram as atividades demonstrando desconhecimento acerca da relação entre História, Filosofia e Física e, ao longo dos momentos compartilhados, passaram a lançar ideias que demonstram um grau de contextualização histórico-filosófica em relação aos conteúdos abordados, revelando o desenvolvimento de uma compreensão mais contextualizada acerca da ciência, na incorporação de procedimentos próprios do fazer científico, como a construção de explicações e o emprego de justificativas.

Além disso, embora muitos dos argumentos produzidos sejam formados apenas por dados (D) e conclusão (C), observou-se a utilização de garantias de inferência (W) e de qualificadores modais (Q), à medida que os temas foram ficando mais polêmicos, saindo da seara dos conceitos e passando ao comportamento humano. Assim, fica evidente o potencial argumentativo dos alunos e a possibilidade de aprimorá-lo através de debates que envolvam questões sociais, éticas, entre outros temas típicos das relações humanas. A mobilização de conhecimentos adquiridos dentro e fora das aulas de Física, advindos da própria relação com o mundo, também se mostrou importante à prática argumentativa aliada à HFC.

Contudo, é importante assinalar a existência de limitações no estudo, entre as quais se destaca a impossibilidade de realizar as atividades de forma presencial, o que afetou a capacidade de interação entre os alunos e a professora. Dentro disso, a mediação da docente na

produção dos argumentos restou prejudicada, diante do menor tempo disponível para a realização das atividades e dos problemas de conectividade.

Enfim, é preciso avançar no ensino de Ciências, rumo a uma formação mais contextualizada e questionadora. Para isso, a aplicação da HFC aliada ao exercício da argumentação, com consistência, é essencial, superando-se as abordagens exclusivamente pré-universitárias e instrumentais, a fim de que os alunos tenham condições de dar destinos significativos ao que aprendem e, assim, remeter a ciência à sua realidade sociocultural.

## Financiamento

Érika Cristina Meneses de França agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da pesquisa de doutorado.

## Referências

- ALVES, L. A. M. *História da educação* - uma introdução. Porto: FLUP, 2012.
- BATISTA, I. L. Einstein e as interfaces entre história, filosofia e ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. São Paulo, v. 27, n. 1, jan./mar. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ss/v3n4/a14v3n4.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2000.
- CARVALHO, A. M. P. et al. *O construtivismo e o ensino de ciências*. São Paulo: Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Ciências na escola de 1º grau. São Paulo: SE/Cenp, 1990.
- CENTROESPIRITACEFI. Gentiliza. Youtube, 21 fev. 2012. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=Gab5\\_hq7pCA](https://www.youtube.com/watch?v=Gab5_hq7pCA). Acesso em: 19 nov. 2023.
- CIVIERO, P. A. G.; LIVRAMENTO, S.; OLIVEIRA, F. P. Z.; FRONZA, K. R. K. Uma análise dos livros didáticos de Matemática e Física: Interseções de temas de História e Filosofia da Ciência. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 15, 2016. *Anais* [...]. Florianópolis: SBHC, 2016. Disponível em: [http://www.15nhct.sbhc.org.br/resources/anais/12/1473816361\\_ARQUIVO\\_ARTIGOHFC.pdf](http://www.15nhct.sbhc.org.br/resources/anais/12/1473816361_ARQUIVO_ARTIGOHFC.pdf). Acesso em: 19 nov. 2023.
- GUIMARÃES, R. R.; MASSONI, N. T. O uso do modelo padrão de argumentação de Stephen Toulmin no ensino de ciências no âmbito da disciplina de Física: alguns resultados de pesquisa e reflexões a partir de debates em sala de aula. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n. 3, p. 487-502, 2020. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/2083>. Acesso em: 19 nov. 2023.
- KUHN, D. Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, v. 77, p. 319-337, 1993.
- LEITÃO, S. Argumentação e Desenvolvimento do Pensamento Reflexivo. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 20, n. 3, p. 454-462, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prc/a/ybbn9YVRhzTLyZbvWmZdcNf/?lang=pt#>. Acesso em: 19 nov. 2023.

## LINHA D'ÁGUA

LEITE, M. R. V.; GUARNIERI, P. V.; CORTELA, B. S. C.; GATTI, S. R. T. Base Nacional Comum Curricular e História e Filosofia da Ciência: tipos de abordagens presentes no tópico Ciências da Natureza e suas Tecnologias. In: ENCONTRO PAULISTA DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA, 10, 2019. *Anais do X EPPEQ*. Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2019.

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

NASCIMENTO, B. A. *Sequência didática para ensino e aprendizagem do conceito de força numa abordagem histórica*. 2016. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão/SE: UFS, 2016.

NEWTON, I. *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Londres: Joseph Streater, 1687.

OLIVEIRA, F. S.; CRUZ, M. C. P.; TOURINHO E SILVA, A. C. Desenvolvimento da argumentação em uma sequência de ensino investigativa sobre termoeletrônica. *Química Nova na Escola*, São Paulo-SP, v. 42, n. 2, p. 186-201, maio 2020. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/educacao.php?idEducacao=82>. Acesso em: 19 nov. 2023.

OLIVEIRA, H. S. J.; OLIVEIRA, R. J. Retórica e argumentação: contribuições para a educação escolar. *Educar em Revista*, Curitiba, v. 34, n. 70, p. 197-212, jul./ago. 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/52510>. Acesso em: 19 nov. 2023.

OLIVEIRA, W. C. *Ensinando argumentação científica: um estudo sobre os saberes docentes na formação inicial*. 2019. 164 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

PAGLIARINI, C. R. *Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio*. 2007, 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Física Básica) – Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos: USP, 2007.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da história da ciência. In: PIETROCOLA, M. (org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p. 151-170.

PENITENTE, L. A. A.; CASTRO, R. M. A história e filosofia da Ciência: contribuições para o ensino de Ciências e para a formação de professores. *Revista Eletrônica Pesquiseduca*, v. 2, n. 4, jul./dez. 2010. Disponível em: <http://periodicos.unisantos.br/index.php/pesquiseduca/article/view/108>. Acesso em: 19 nov. 2023.

PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. *Tratado da argumentação: a Nova Retórica*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

QUANDO o conhecimento venceu o medo. In: *Cosmos: Uma Odisseia do Espaço-Tempo*. Direção: Braga Brannon, Bill Pope e Ann Druyan. Produção: Livia Hanich e Steven Holtzman. Apresentado por Neil deGrasse Tyson. Santa Mônica: Fuzzy Door Productions, 2014.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. *Revista Ensaio*, v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/WfDs8R99nzsc6QPntc8F5Vt/?lang=pt>. Acesso em: 19 nov. 2023.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <https://www.cecimig.fae.ufmg.br/images/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2023.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132011000100007&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132011000100007&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 19 nov. 2023.

## LINHA D'ÁGUA

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; BATISTONI E SILVA, M. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. *Tópicos Educacionais*, Recife, v. 23, n. 1, p. 7-27, jan./jun. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/article/view/230486>. Acesso em: 19 nov. 2023.

SILVA, B. V. C. História e filosofia da ciência como subsídio para elaborar estratégias didáticas em sala de aula: um relato de experiência em sala de aula. *Revista Ciências & Ideias*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, 2012.

TOULMIN, S. E. *Os usos do argumento*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VALADARES, J. Os modelos investigativos atuais no ensino da física e o recurso à história e filosofia da ciência. In: Peduzzi, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (orgs.) *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFRN, 2012. p. 85-121.