



**APROXIMAÇÕES ENTRE A CIÊNCIA INTEGRAL E O FLUXO SANGUÍNEO DA CIÊNCIA:
CONTRIBUIÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

Approaches between integral science and the blood flow of science: contributions to science education

Geilson Rodrigues da Silva [geilsonrodrigues367@gmail.com]

*Instituto de Física-Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Cidade Universitária, Avenida Costa e Silva, Pioneiros, Campo Grande - MS*

Wellington Pereira de Queirós [wellington_fis@yahoo.com.br]

*Docente no Instituto de Física- Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Cidade Universitária, Avenida Costa e Silva, Pioneiros, Campo Grande - MS*

Marcelo Carbone Carneiro [marcelo.carbone@unesp.br]

*Docente do Departamento de Ciências Humanas da FAAC - UNESP - Bauru
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube, Vargem Limpa, Bauru - SP*

Resumo

Neste artigo, realizamos uma proposta de integração entre o pensamento de Bruno de Latour, especificamente sobre o Fluxo Sanguíneo da Ciência, com a abordagem integral de Douglas Allchin para permitir possíveis avanços sobre a abordagem de Natureza da Ciência e suas implicações para a Educação em Ciências. Sendo assim, apontamos que o círculo de vínculo e nós do fluxo sanguíneo da Ciência foi proposto como sendo aglutinador de ambos os aportes, pois permeia todos os pontos da proposta de integração e pode possibilitar uma Educação em Ciências comprometida com um mundo melhor, sem ser reduzida a um cientificismo, mas apropriada de forma correta e coerente para o exercício pleno da cidadania de todos os discentes. Com isso, estamos cientes de que o processo de internalização da Ciência não será fácil e ocorrerá de forma gradual, pois só assim será possível o seu uso pelas pessoas em geral e, a partir daí aumentará a confiança na Ciência e a identificação de que ela não é a detentora de todas as verdades, mas homeostática, no sentido de manter em equilíbrio interno as convicções pessoais e, também, para explicar o mundo, sem sofrer variações com o efeito externo dos movimentos anticiência propagados por meio de Fake News em redes sociais.

Palavras-Chave: Natureza da Ciência; Teoria Ator-Rede; Sociologia da Ciência.

Abstract

In this article, we propose integrating Bruno de Latour's thinking, specifically on the Blood Flow of Science, with Douglas Allchin's integral approach to allow for possible advances in the Nature of Science approach and its implications for Science Education. As such, we point out that the circle of links and nodes in the blood flow of science was proposed as a link between both approaches, as it permeates all the points of the integration proposal and can enable Science Education that is committed to a better world, without being reduced to scientism, but which is appropriate in a correct and coherent way for the full exercise of citizenship by all students. With this in mind, we are aware that the process of internalizing science will not be easy and will take place gradually, as this is the only way it will be possible for people in general to use it and, from then on,

there will be an increase in trust in science and the identification that it is not the holder of all truths, but is homeostatic, in the sense of keeping personal convictions in internal balance and also to explain the world, without suffering variations from the external effect of anti-science movements propagated through Fake News on social networks.

Keywords: Nature of Science; Actor-Network Theory; Sociology of Science.

INTRODUÇÃO

A Natureza da Ciência é um assunto importante e temos como destaque os apontamentos do valor educativo de Willian Whewell, que, em 1854, durante uma palestra na Royal Institution da Grã-Bretanha, apontou a importância da relação histórica da Ciência com a Educação para Ciências (Matthews, 2012). A Natureza da Ciência também é vista como uma estratégia para aproximar o Ensino de Ciências com a História e Filosofia da Ciência, cujas contribuições de James Bryant Conant são decisivas, já que defendeu o ensino de História da Ciência como componente curricular comum para todos os cursos da Universidade de Harvard (Bejarano, Bravo, & Bonfim, 2019).

Nas últimas três décadas, a preocupação da Natureza da Ciência com aspectos educacionais tornou-se mais evidente e passou a contar com contribuições de pesquisadores da área de Educação em Ciências. Todos enfatizam a importância da Natureza da Ciência ser abordada de forma contextualizada e explícita, a fim de contribuir com a formação de cidadãos crítico-reflexivos (Lederman, 1997, 2007; Teixeira, Freire-Júnior, & El-Hani, 2009; Osborne & Dillon, 2010; Sasseron & Carvalho, 2011; Osborone, 2014; Acevedo-Díaz, García-Carmona, & Aragón, 2017; Allchin, 2017; Sasseron, 2018; Almeida & Justi, 2019; Allchin & Zemplén, 2020; Allchin, 2020, Santos, Maia, & Justi, 2020; Mendonça, Oliveira, & Almeida, 2021; Lima, Ibraim, & Santos, 2021; Ferreira & Custódio, 2021). Neste sentido, na literatura, temos várias pesquisas que buscam investigar o processo da discussão de Natureza da Ciência na Educação em Ciências (Matthews, 1998; McComas, 2008; Allchin, 2011; Oleques, Boer, & Santos, 2013; Eastwood *et al.*, 2014; Clough, 2017; Teixeira, 2019; Almeida & Justi, 2020). Logo, nas pesquisas em Natureza da Ciência encontramos várias definições, mas adotamos aquela que têm potencial para contribuir com a Educação em Ciências, utilizada por Clough (2006)

O termo natureza da ciência (NdC) refere-se à epistemologia da ciência e frequentemente tem por objetivo investigar questões como: O que é a ciência e como ela funciona? Como funcionam os fundamentos ontológicos e epistemológicos da ciência? Como os cientistas trabalham como um grupo social e como a própria sociedade em si influencia e reage aos esforços científicos? (Clough, 2006, p. 463).

A escolha por esta definição permite discutir a Natureza da Ciência de forma contextualizada/explicita com o intuito de que a abordagem de Natureza da Ciência esteja presente em todo o estudo de forma evidente. Assim, será permitido refletir sobre como é construído o conhecimento científico e sua diversidade de perspectivas e os participantes saibam dos aspectos de Natureza da Ciência que estão sendo trabalhados; enquanto que na abordagem implícita temos que a Natureza da Ciência subsidia as discussões, mas não de forma evidente, já que os subsídios são indiretos sobre a construção do conhecimento científico (Moura, 2014). Contudo, esta divisão não é imutável, pois depende do arcabouço teórico dos pesquisadores e também da experiência dos mesmos em mediar pesquisas que utilizem da Natureza da Ciência em duas abordagens.

Somando-se a essa discussão, temos algumas linhas de pesquisa em Natureza da Ciência, como a formação de professores, em que se investiga a concepção de Natureza da Ciência, tanto de professores atuantes, bem como, de acadêmicos em formação inicial, classificando-as em ingênuas ou adequadas, como (Lederman, 2018; Barbosa & Aires, 2018; Leite & Silva, 2018; Portugal & Broietti, 2020). Temos também a linha de pesquisa sobre as concepções de Natureza da Ciência de estudantes da Educação Básica (Sepini, Alonso, & Maciel, 2014, Santos, Santana, & Silveira, 2017; Silva, 2019; Oliveira, Batinga, & Régnier, 2020). E também a linha de pesquisa de discussões teóricas de pesquisas de Natureza da Ciência (Carmona & Acevedo-Díaz, 2018; Carmona, Acevedo-Díaz & Méndes, 2018; Mendonça, 2020; Moura, Camel, & Guerra, 2020; Maia, Justi, & Santos, 2021).

Nesse sentido, com o intuito de avançar com as discussões teóricas sobre Natureza da Ciência, temos como objetivo, neste trabalho de apontar a integração do pensamento de Bruno Latour, em específico, o Fluxo Sanguíneo da Ciência, com a abordagem de Ciência Integral de Douglas Allchin, e, apresentar uma discussão sobre as implicações que essa aproximação tem para a Educação em Ciências. O objetivo de utilizar as ideias de Bruno Latour ocorre por ele ser um pensador que ainda é pouco explorado em pesquisas, que envolvem a Educação em Ciências (Lima, Ostermann, & Calvacanti, 2018; Vilela & Selles, 2020; Lima & Nascimento, 2021). E a escolha da Ciência Integral de Douglas Allchin ocorreu por entendermos que é uma alternativa para discutir a Natureza da Ciência em uma perspectiva contemporânea. Com isso, a nossa pesquisa é um ensaio teórico no qual propomos a articulação de ideias entre os autores supracitados no qual utilizamos obras principais dos autores Bruno Latour e do Douglas Allchin tais como livros e artigos, bem como, de comentadores em artigos, sendo utilizado o estudo dessas obras para compor o rol de discussões tecidas nesse artigo para subsidiar a construção da proposta de integração.

Dessa forma, este artigo está estruturado da seguinte maneira: inicialmente, faremos uma discussão sobre as principais abordagens de Natureza da Ciência, ressaltando, ao final de cada abordagem, suas limitações, com ênfase ao ponto de que a Ciência Integral dá indícios de aproximação com os estudos da Ciência de Bruno Latour. Em seguida, discutiremos os Estudos da Ciência De Latour em especial o Fluxo Sanguíneo da Ciência para construirmos a proposta de aproximação entre a Ciência Integral e o Fluxo Sanguíneo da Ciência e, por fim, tecermos as nossas considerações finais com apontamentos do que podemos avançar em pesquisas futuras.

DE QUAL NATUREZA DA CIÊNCIA ESTAMOS FALANDO?

A Ciência está presente no cotidiano das pessoas de forma direta ou indireta, entretanto cada vez menos discute-se como é produzida, pois no ensino escolar aborda-se os resultados da Ciência e as teorias são apresentados de forma acabada, sem modificações no decorrer da História e são vistas como não suscetíveis a mudanças (Mendonça, 2020).

Observamos que são utilizadas, para o ensino, abordagens que privilegiam a aprendizagem mecânica e receptiva com uma linguagem fortemente embasada na matemática, cujos objetivos estão voltados para a aprovação em exames oficiais, tais como ENEM, Vestibulares e também para a obtenção exclusivamente de notas (Moreira, 2017; Moreira, 2021). Assim, temos uma possibilidade de que o ensino focado majoritariamente em execução de exercícios de forma algorítmica tem como premissa a manutenção do status social vigente, utilizando uma visão neutra das Ciências, descaracterizando-a da sua História e não privilegiando a criticidade da sua construção.

Esses fatores encontram um campo fértil para que as Fake News aliadas com o negacionismo científico cresçam no Brasil, pois a Educação Básica é de forma majoritária amorfa e dogmática (Melo, Passos, & Salvi, 2020; Vilela & Selles, 2020). No Ensino Superior, encontrarmos também, predominante, o ensino que privilegia um conhecimento pautado fortemente no conteúdo em detrimento dos conhecimentos pedagógicos, que são vistos pelos docentes que ministraram aulas nas ditas Ciências “duras”, como conhecimentos inferiores e meramente para cumprir carga horária. Com isso, muitas discussões epistemológicas ficam relegadas ao segundo plano ou mesmo para disciplinas eletivas que acabam não fazendo parte da formação dos egressos o que contribui para visões distorcidas sobre a Ciência. Daí que muitos docentes tem imagens equivocadas das Ciências, que influenciam a forma de ver o mundo e também a sua prática docente; campo fértil para o crescimento do negacionismo científico (Bartelmebs, Venturi, & Sousa, 2021; Moura, Senabio, Miranda, & Mackedanz, 2022; Brito & Mello, 2022).

Em contraponto a isso, a Natureza da Ciência é uma possibilidade para propiciar alternativas para a desconstrução das visões equivocadas das Ciências, bem como, o entendimento de como ela é construída, como parte da cultura humana e a utilização na realidade (Guerra, 2019). Somando-se a isso, acrescentarmos que a Natureza da Ciência compreende aspectos de diversas disciplinas, tais como a História e Filosofia da Ciência, a Epistemologia da Ciência, Antropologia, Etnografia da Ciência, Economia da Ciência, a Cognição, Comunicação em Ciências. Com isso, temos na literatura diversas abordagens sobre como inserir a Natureza da Ciência, dentre elas temos a lista consensual que foi discutida por vários autores Pumfrey (1991), McComas, Almazroa, & Clough (1998), Gil-Peréz Montoro, Alís, Cachapuz, & Praia. (2001), Lederman (2006) a semelhança familiar de Irzik & Nola (2011) e a Ciência Integral de Allchin (2011).

A primeira abordagem analisada é a de Lederman (2006), que apontou uma falta de unanimidade do que é a Ciência e da complexidade dos debates entre os filósofos, sociólogos e docentes. Partindo dessas

considerações, Lederman (2006), defende aspectos que sejam importantes para os estudantes compreenderem a Ciência, porém não tão complexo quanto o abordado na Filosofia da Ciência. Desse modo, a proposta de Lederman (2006) é a lista consensual, que na visão de Mendonça (2020) é oriunda da necessidade de reflexão de alguns aspectos do empreendimento científico, pois seria melhor inserir alguns aspectos do que nenhum e também realizar a busca por uma única lista consensual, que tenham aspectos de várias Ciências.

A seguir, apresentamos a lista consensual apontada por Moura (2014), que dentre as contribuições, apresentou uma releitura da lista de Lederman (2006) e acrescentou ideias de trabalhos de Pumfrey (1991), McComas *et al.* (1998) e Gil-Peréz *et al.* (2001):

A ciência é mutável, dinâmica e tem como objetivo buscar explicar os fenômenos naturais; Não existe um método científico universal; A teoria não é consequência da observação/ experimento e vice-versa; A Ciência é influenciada pelo contexto social, cultural, político etc., no qual ela é construída; Os cientistas utilizam imaginação, crenças pessoais, influências externas, entre outros para fazer Ciência (Moura, 2014, pp. 34-35).

A lista consensual foi amplamente utilizada nas pesquisas que buscavam inserir aspectos da Natureza da Ciência na Educação Básica, entretanto críticas surgiram, pois, a Ciência não está restrita aos aspectos elencados e apresentar para os estudantes tal lista pode contribuir para a formação de concepções inadequadas sobre a Ciência. A enunciação da lista suscita discussões por exemplo, até que ponto a criatividade contribui com o avanço do conhecimento e não entra em disputa com a necessidade de o conhecimento científico basear-se em evidência, e se a Ciência é parte do contexto social como apontar com certeza as evidências (Teixeira, Freire-Junior, & El-Hani, 2009).

Apenas a enunciação de tais aspectos é vazia e com poucas contribuições que possam ser utilizadas na Educação em Ciências, pois não retrata a pluralidade de formas como é produzida a Ciência e por simplificar as discussões sobre Natureza da Ciência ao direcionar a lista como uma espécie de mantra que deve ser ensinado de Natureza da Ciência. Assim, temos que deixar explícito que a Ciência não se resume aos aspectos apresentados na lista consensual; é preciso entendermos como ela é construída para expandir o conjunto fechado que as listas apresentam (Martins, 2015; Oliveira, Batinga, & Régnier, 2020).

Um dos críticos da lista consensual é Matthews (2012), já que levantou uma série de incongruência: o conhecimento produzido ser unicamente oriundo de pesquisas em laboratórios especializados, o que indica uma posição instrumentalista e pragmática, pois as pesquisas científicas podem utilizar outras formas de produção de conhecimento como as simulações computacionais, o pensamento matemático, o pensamento etnográfico, dentre outras. O caráter imaginativo é importante para as Ciências, pois se trabalha com a utilização da ontologia das entidades, como, exemplo, os átomos, as ligações químicas, a esfera cristalina proposta por Aristóteles que sustentava os planetas em suas órbitas. Nesse sentido, a lista de Lederman (2007) não apresenta uma posição filosófica acerca da natureza das entidades teóricas que são importantes para as Ciências e nem detalhes educativamente importantes sobre concepções ontológicas adequadas na Ciência escolar. Diante disso, a lista consensual corre o risco de ser dogmatizada na Educação ao canonizar pontos para serem ensinados aos estudantes e acadêmicos, o que dificultaria o avanço de pesquisas sobre a construção do conhecimento científico (Matthews, 2012).

Diante disso, temos outra alternativa em relação a abordagem consensual de Natureza da Ciência, proposta por Irzik & Nola (2011). Lederman (2007) quando montou a lista não considerou as particularidades das diversas áreas e subáreas das Ciências, das diferentes metodologias e que não existe um caminho único para se produzir o conhecimento, bem como, à inexistência de discussões sobre as práticas de investigação científica. A proposta dos autores Irzik & Nola (2011) é a abordagem de Natureza da Ciência por meio da semelhança familiar, pois as áreas das Ciências podem ter semelhanças em alguns aspectos, mas não com todos. Os autores apontam características para determinar as disciplinas científicas que são: 1. Atividades 2. Objetivos e Valores 3. Metodologias e Regras metodológicas 4. Produtos. Tais aspectos permitem evidenciar a dinamicidade das Ciências. Para os autores

A ciência é tão rica e tão dinâmica e as disciplinas científicas são tão variadas que não parece haver nenhum conjunto de características comuns a todas e compartilhado apenas por elas. Basta considerar todas as coisas que os cientistas fazem (observar, experimentar, construir modelos, testar e assim por diante) e todas as disciplinas que se enquadram no conceito de ciência (física, química, biologia, geologia, zoologia, botânica e assim por diante, não para mencionar todas as suas

subdisciplinas). Caracterizar as condições necessárias e suficientes para ser uma ciência de forma a fazer justiça a essa riqueza e complexidade torna-se quixotesco. O desafio, portanto, é como fazer justiça à riqueza da ciência, seu caráter dinâmico e a variedade de disciplinas científicas. (Irzik & Nola, 2011, pp. 591-592, citado por Ferreira, 2018, p. 61).

Nessa perspectiva, temos um escopo de várias atividades que caracterizam as Ciências desde as observacionais, as experimentais até as práticas matemáticas, que envolvem a formulação, proposição e soluções de questões. Estas atividades são próprias de determinadas áreas das Ciências e não de todas, mas todas as Ciências compartilham algum grau de semelhança das atividades. Somando-se a isso, o conhecimento científico é muito diversificado e especializado com muitas áreas e subáreas que empregam métodos diferentes de produção de conhecimento e muitos dependem de alto investimento em instrumentalização, enquanto em outras temos o desenvolvimento teórico como fator preponderante para constituir conhecimentos e muitas destas dialogam com várias áreas do conhecimento humano.

No segundo item, Objetivos e Valores, temos que as posições filosóficas adotadas nas pesquisas representam vários aspectos da Ciência como o empirismo, a heterogeneidade e a complexidade ontológica, que podem ser utilizados com critérios para elencar quais teorias utilizar. Com isso, teremos a semelhança familiar de acordo com os objetivos da Ciência e de diferentes posições filosóficas.

Em Metodologias e Regras metodológicas, terceiro item, temos que a Ciência não é produzida a partir de um método único, mas sim partindo de uma variedade de métodos e regras, que não deve ser caracterizado como uma fórmula mágica, que se seguir todos os passos de forma dogmática, obtém-se o conhecimento científico. No que tange a discussão sobre as regras metodológicas Ferreira (2018), realizou um apanhado acerca desse item

Alguns exemplos dos tipos de regras consideradas importantes do processo metodológico em ciências, são: construir hipóteses/teorias/modelos altamente testáveis; evitar fazer revisões ad hoc para teorias; entre teorias que têm semelhança em outros aspectos, escolher a teoria que é mais explicativa; escolher a teoria que faz novas previsões verdadeiras sobre a teoria que apenas prediz o que já é conhecido; rejeitar teorias inconsistentes; aceitar teorias simples e rejeitar outras mais complexas; aceitar uma teoria apenas se puder explicar todos os sucessos de seus antecessores; usar experimentos controlados no teste de hipóteses casuais; na realização de experimentos em seres humanos sempre usar procedimentos às cegas (Ferreira, 2018, p. 64).

As regras metodológicas mesmo que não reflitam totalmente as atividades dos cientistas podem apontar que as escolhas não são apenas racionais.

No quarto item, temos os produtos que incluem as hipóteses, leis, teorias e modelos, assim como, os relatórios, as coleções de dados experimentais, que na abordagem de semelhança familiar, cada Ciência em particular pode compartilhar semelhanças.

Uma outra abordagem para a Natureza da Ciência trata-se da abordagem de Ciência Integral de Douglas Allchin (2013), que apresentou críticas a lista consensual de Natureza da Ciência pois é muito vaga e imprecisa. Temos como exemplos, o fato de a Ciência ter um caráter empírico e ser influenciada pelo contexto cultural e social, e, a partir disso, o autor levanta os seguintes questionamentos: Como saberemos até que ponto a Ciência é influenciada pelo empírico e, concomitantemente, apresenta influências do contexto cultural e social? Allchin (2013), aponta para a necessidade de reflexão acerca de como conciliar esses dois exemplos de forma epistemologicamente coerente. Enfatiza ainda a discussão acerca da lista consensual nos tópicos em que o conhecimento científico é norteador de teorias e produto da criatividade e imaginação humana.

Um dos problemas para Allchin (2013) acerca da lista é que uma característica se justapõe a outra e aponta para uma forma descontextualizada acerca da História da Ciência e justamente a riqueza contextual acaba sendo perdida na lista e os elementos que a compõem são afirmações apenas parciais acerca da construção do conhecimento científico.

Dessa forma, para avançar acerca de discussões sobre a Natureza da Ciência, devemos revisar casos históricos, analisar questões contextuais e não apenas perseguir afirmações que não são condizentes

com uma abordagem adequada sobre a construção das Ciências. Diante das limitações da lista consensual, Allchin (2013) propõe a Ciência Integral, já que aponta para a necessidade do entendimento do processo de construção da Ciência e dos produtos advindos do conhecimento científico. Ao defender a abordagem explícita de Natureza da Ciência, discute também como as Ciências funcionam, quais os métodos, valores estão presentes nas escolhas e julgamentos, o que contribui para uma melhor compreensão das Ciências. Assim sendo, o autor discute que a Ciência Integral:

Whole Science, assim como comida integral, não exclui ingredientes essenciais. Ela dá suporte a um entendimento saudável. Metaforicamente, os professores precisam desencorajar uma dieta altamente processada, refinada pela “Ciência da Escola.” Listas de características de Natureza da Ciência limitadas e truncadas são simplesmente prejudiciais para a compreensão da Ciência (Allchin, 2013, p. 25).

Notamos que essa abordagem foi elaborada para levar em consideração os aspectos conceituais e observacionais das Ciências, a divulgação e as formas como os conhecimentos produzidos são validados. Leva-se em consideração o uso das dimensões de confiabilidade do fazer científico que não devem ser vistas como estanques e como um fim em si mesmas, mas para entender a construção das Ciências, conforme apresentado no quadro 1 (a) e (b). Assim, a Ciência Integral é uma possibilidade de abordagem de Natureza da Ciência, que permite uma discussão explícita do processo de construção do conhecimento científico sobre o que estudar Ciências, que vai além do entendimento dos seus produtos, tais como: leis, teorias e modelos, mas também ter em mente como ocorre a validação do conhecimento científico e que a Ciência é uma construção humana passível de erros, de crenças, valores, preconceitos e está em construção (Cláudio, 2020).

Quadro 1: Dimensões de Confiabilidade da Ciência (a).

Dimensão Observacional		Dimensões Conceituais	
Experimentos/Medidas	<ul style="list-style-type: none"> Acurácia, Precisão Papel do Estudo Sistemático (em contraposição à registros Anedóticos) Completeza da evidência Robustez (concordância entre tipos diferentes de dados) 	Dimensões Históricas	<ul style="list-style-type: none"> Consiliência com evidências estabelecidas Papel das analogias, pensamento multidisciplinar. Mudanças conceituais Erros e incertezas Papel da imaginação e da síntese criativa
Instrumentos	<ul style="list-style-type: none"> Experimentos controlados (uma variável) Estudos cegos e duplo-cegos Análise estatística de erros Replicação e tamanho da amostra 	Dimensões Humanas	<ul style="list-style-type: none"> Espectro de motivações para se fazer Ciência Espectro de personalidades humanas Viés de confirmação / papel das crenças prévias Percepções de risco baseadas em emoção versus baseadas em evidências
Padrões de Raciocínio	<ul style="list-style-type: none"> Relevância das evidências (empirismo) Informação verificável versus valores Papel da probabilidade nas inferências Explicações alternativas Correlação versus causa 		

Fonte: Traduzido por Licio (2018, pp. 38- 40) de Allchin (2013, p.7).

Para Allchin (2013), as dimensões à primeira vista parecem ser longas e exaustivas, porém são unificadas, coerentes e complementares. Como exemplo, na dimensão observacional, podemos evidenciar questões éticas em experimentos com animais e seres humanos, bem como, a análise estatística, a importância do estudo sistemático e suas diferenças para o estudo causal. Na dimensão conceitual, temos a relação versus causa, a importância das analogias para as Ciências, o caráter multidisciplinar, assim como, as várias possibilidades de motivações para o fazer Ciência.

Somando-se a isso, Oliveira (2021) aponta que as dimensões de confiabilidade da Ciência são propícias para que os estudantes percebam de que forma os processos de produção, avaliação e legitimação ocorrem na elaboração de fatos científicos. Essa autora dialoga com Allchin (2011), ao apontar que os estudantes quando analisam o conhecimento científico, utilizando os parâmetros de confiabilidade da Ciência, são capazes de analisar e refletir acerca das práticas científicas, o que constitui, deste modo, uma avaliação autêntica de Natureza da Ciência que é primordial para a formação de cidadãos críticos. A característica autêntica é que vai levar Allchin (2011) à concepção funcional, ou seja, discentes são capazes de avaliar a

credibilidade das afirmações científicas, de compreenderem os dados científicos e avaliarem a pertinência das evidências científicas, e aprendem a analisar fontes de conhecimentos em relação a sua confiabilidade, que reconhecem a discordância também entre os especialistas de Ciência.

Quadro 1: Dimensões de confiabilidade da Ciência (b).

Dimensão Sociocultural	
Instituições	<ul style="list-style-type: none"> • Colaboração e competição entre cientistas • Formas de persuasão • Credibilidade • Revisão por pares e resposta a críticas • Resolução de desacordos • Liberdade acadêmica
Vieses	<ul style="list-style-type: none"> • Papel das crenças culturais (ideologia, religião, nacionalidade, etc.). • Papel do viés de gênero • Papel do viés racial ou de classe
Economia/Financiamento	<ul style="list-style-type: none"> • Fontes de financiamento • Conflitos pessoais de interesses
Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Normas para se manipular dados científicos • Natureza dos gráficos • Credibilidade de vários periódicos científicos e jornais de notícias • Fraude ou outras formas de má conduta • Responsabilidade social dos cientistas

Fonte: Traduzido por Licio (2018, pp. 38- 40) de Allchin (2013, p.7).

Na dimensão Sociocultural, podemos discutir de acordo com Allchin (2013), o papel da liberdade acadêmica para o desenvolvimento das Ciências, a influência de crenças culturais, como a ideologia, religião, nacionalidade, as fontes de financiamento, as fraudes científicas, a responsabilidade dos cientistas acerca dos seus estudos e como as suas pesquisas vão influenciar a sociedade. Essa dimensão não está dissociada das demais e que em conjunto auxilia na construção de uma melhor compressão sobre as Ciências. Temos nessa dimensão, a oportunidade de elucidar os diferentes participantes na construção do conhecimento científico, de acordo com a instituição de formação e atuação do cientista. É importante observar a sua carreira, que determina a quantidade de colaboradores que consegue agenciar, bem como, para dar a credibilidade para o seu conhecimento. Para isso, vale-se de argumentos de autoridade como o apelo a sua formação como sendo de excelência mesmo que tal apontamento seja fortemente criticado pela epistemologia contemporânea (Canguilhem, 2012; Feyerabend, 2016; Silva 2019, Carneiro, & Ramos, 2022; Queirós, Errobdart, Vinholi Júnior, & Nunes, 2023).

Acrescentando a isso, temos o papel da cultura como sendo preponderante nas Ciências, tais como a orientação ideológica dos cientistas, a religião, fatores de nacionalidade como partes do processo de inclusão ou segregação dos cientistas, assim como, a índole do cientista em ser condizente com os dados reais da sua pesquisa e também a importância de captar recursos em agências de fomentos públicas e privadas, assim como, parcerias com o setor privado. E por fim, a divulgação do conhecimento científico, seja em periódicos e novamente a índole em apresentar dados condizentes com a realidade o que leva para a responsabilidade social dos cientistas em serem cientes que não temos neutralidade das Ciências e que ela é orientada por interesses de diversas classes, dentre elas a dominante de poder econômico e político (Allchin, 2013).

Além disso, as dimensões de Confiabilidade da Ciência contribuem com a ideia de que não é necessário que o crítico de arte seja um artista para emitir um parecer acerca da qualidade de uma obra de arte, assim como, não é necessário ser um cientista para possuir uma visão crítica acerca da Ciência. Isso porque as pessoas, de forma geral, em algum momento, terão de se posicionar acerca de assuntos tangenciados pela Ciência, o que leva a necessidade de entendimento das relações dela com a sociedade (Almeida, 2019). Com isso, as dimensões possibilitam aos estudantes a capacidade de solucionar questões sociocientíficas e a possibilidade de tomadas de decisões, a partir da compreensão de como as Ciências funcionam, e, assim, tenham a habilidade de utilizar seus conhecimentos acerca da Ciência para a resolução dos problemas. Segundo Allchin (2013), a compreensão do funcionamento das Ciências não indica que os discentes devem participar da construção do conhecimento científico tal como um pesquisador, mas que avalie a confiabilidade das afirmações científicas, que são importantes para a tomada de decisões e tenham condições de avaliar a credibilidade das afirmações e a identificação das que são contradizentes (Almeida, 2019).

Nesse sentido, concordamos com as ideias de Cláudio (2020), acerca da importância de aproximar os discentes da Educação Básica em relação as atividades das Ciências, como uma estratégia de envolvê-los em uma prática cultural, para possibilitar o entendimento das atividades sociais de construção do conhecimento em uma comunidade e reconhecer que diferentes culturas terão meios diferentes para produzir conhecimento científico. A autora aponta que devermos possibilitar aos estudantes da Educação Básica a reflexão acerca das origens dos conhecimentos científicos, utilizando a História da Ciência, aliada ao estudo de como ocorreu o processo de validação do conhecimento pelos cientistas, bem como, pela população, além de investigar também os valores culturais da comunidade científica e suas ferramentas e significados.

As dimensões de confiabilidade são, porém, flexíveis e mesmo passíveis de inserção de novos itens, conforme a necessidade. Não é, portanto, normativo e também não tem um fim em si mesmo, no sentido de esgotar as possibilidades da abordagem de Ciência Integral. Com isso, elas devem ser utilizadas com uma perspectiva contextual possibilitando a criticidade e essa abordagem é importante para a Educação em Ciências, a fim de melhorar a formação de cidadãos egressos da Educação Básica e Superior. Nesse sentido, Lício (2018), contribui com essa discussão ao defender que as dimensões de confiabilidade da Ciência

... difere esse inventário da ideia de lista consensual, apresentada anteriormente, é que as dimensões de confiabilidade não são normativas em relação ao que faz ou não faz parte da construção do conhecimento científico, mas organiza alguns aspectos em torno de dimensões de confiabilidade das ciências. Uma abordagem integral de ciência difere do que seria uma abordagem “ultraprocessada” (retomando a analogia com os alimentos integrais versus os demasiadamente processados) ao não resumir os processos pelos quais a ciência passa em uma lista fechada e curta. Por isso, mesmo um inventário, como o apresentado acima, não deve ser visto como algo fechado ou absoluto. De fato, novos aspectos surgem do estudo de diferentes casos a respeito do desenvolvimento científico (Lício, 2018, p. 40).

Dessa forma, as Dimensões de confiabilidade da Ciência não visam ser uma espécie de lista de tópicos que devem ser seguidas para abordagem explícita de Natureza da Ciência. É aquela que permite o fazer científico ser melhor contextualizado e formar o egresso para entender as questões sociocientíficas cada vez mais presente em sua realidade. Pode emitir pareceres frente a situações complexas no cotidiano, tais como a importância da vacinação, o enfrentamento das mudanças climáticas que estão sendo sentidas pelas pessoas e, mesmo assim, negadas por grupos de elite econômica e política.

Esse posicionamento envolve exercer a criticidade, mas também a possibilidade de analisar as fontes que são apresentadas pelas redes sociais, conseguindo identificar a confiabilidade dessas fontes e a realização da filtragem do que é correto ou não nas redes sociais. Deste modo, as dimensões de confiabilidade podem contextualizar as práticas científicas de forma mais adequadas que a semelhança familiar, porém elas também podem apontar para uma imagem de sobrevalorização das Ciências em detrimento de outros conhecimentos como os dos povos originários, que leva a uma valorização das Ciências europeias e deixa de fora outras formas de conhecimento, denunciadas pelo movimento decolonial (Nogueira, Silva, Matos, Santos, & Oliveira, 2021; Silva, Camargo, & Benite, 2022; Moreira *et al.*, 2022).

Mendonça (2020) discutiu acerca da necessidade da compreensão mais ampla da Natureza da Ciência ao considerar a discussão do que torna as Ciências diferente de outros empreendimentos humanos após analisar os modos de produção, as ferramentas representacionais, intelectuais e discursivas de convencimento de ideias que irão contribuir para a legitimação de leis, teorias e modelos nas diferentes Ciências. Ela também apontou o emprego do raciocínio científico com os seus instrumentos intelectuais, representacionais e também discursivas que propiciam possibilidades de questionamento das fontes de informações e a compreensão dos critérios utilizados por diversos especialistas, que auxiliam nas conclusões, percebem argumentos de autoridade, assim, como, tem a possibilidade de diferenciar afirmativas pautadas apenas na opinião (Mendonça, 2020).

Pautadas nessa possibilidade de avanços, no que tange às Dimensões de Confiabilidade aplicadas a casos contemporâneos, temos os estudos da Ciência de Bruno Latour que apresenta a Ciência em Construção, especificamente, o fluxo sanguíneo da Ciência, com cinco vínculos que aproximados da abordagem de Ciência Integral, torna-se mais propícia para a discussão de Natureza da Ciência frente aos desafios de aceitação da Ciência pelo público em geral. E particularmente, no Brasil, temos o negacionismo científico alinhado com visões de mundo, que destoam das afirmações científicas e direcionam o pensamento das pessoas para defenderem o interesse da manutenção das desigualdades sociais exercidos pelas classes

dominantes. Assim, buscaremos no tópico a seguir, apresentar uma discussão dos estudos da Ciência de Bruno Latour, que levaram ao desenvolvimento do fluxo sanguíneo da Ciência.

ESTUDOS DA CIÊNCIA DE BRUNO LATOUR

Bruno Latour é um sociólogo e antropólogo francês, que após anos de estudos de campos, na África, tornou-se especialista em analisar como ocorre a atividade científica, no seu local de produção, com o uso de uma abordagem etnográfica. Além disso, estudou os efeitos da Ciência na sociedade e o intrincado processo do trabalho científico, que utiliza muitas habilidades que estão presentes na formação inicial do cientista (Latour & Woolgar, 1997). Além da abordagem etnográfica, Latour foi um dos pensadores que fundamentaram a Teoria Ator-Rede (TAR), ao lado de Michael Callon e John Law e ambos contribuíram para o desenvolvimento do fluxo sanguíneo da Ciência.

Desse modo, apontamos como pertinente discutir várias contribuições de Latour para a Sociologia da Ciência, tais como a abordagem etnográfica, a Ciência em Construção, e a Teoria Ator-Rede, por serem importantes para compreender o pensamento de Latour. Diferente de outros pesquisadores que contribuíram para a Sociologia da Ciência, Latour propõe uma epistemologia aberta, ou seja, densa e dialógica ao estudar os objetos com os quais os cientistas realizam as suas investigações, bem como, ocorre a construção das ideias científicas. Isso perpassa da escrita científica para a importância dos instrumentos e também das ideologias, demonstrando que os fatos científicos são socialmente construídos (Massoni & Moreira, 2017).

Sobre os fatos científicos Latour & Woolgar (1997), apontam que eles se tornam verdadeiros ou falsos, quando buscamos a resposta no contexto social, em que os cientistas estão inseridos. Nesse sentido, Latour parte da premissa da necessidade de abandonar a ideia do método científico universal criador da verdade absoluta em favor de evidenciar como as práticas científicas vão interferir, e também, participar da construção e do processo de validação do conhecimento científico.

Somando-se a isso, a produção do conhecimento científico para Latour (2012) nunca ocorre isoladamente, e, sim, é construída com inúmeros atores, que podem ser os instrumentos, pesquisadores, artigos, grupos de pesquisas e outros e com isso a escrita científica também não ocorre solitária, já que é oriunda deste compartilhamento de ideias, teorias, modelos. E muitas das ideias desenvolvidas por Latour foram originárias de sua experiência em uma pesquisa de campo no laboratório de neuroendocrinologia, liderado por Roger Guillemin, no instituto Stalt, no estado americano da Califórnia, e dessa experiência produziu uma das suas principais obras que é a vida de laboratório: a produção de fatos científicos, que contou com a coautoria de Stephen William Woolgar. Esses pesquisadores defenderam a principal ideia de que os fatos científicos são construções sociais, e, dessa forma, no primeiro momento um fato é enunciado de forma isolada e desconectada de outro enunciado até que provoque alguma modificação na sua natureza (Latour & Woolgar, 1997). A atividade no laboratório destina-se a transformar um enunciado de um tipo em outro. Os pesquisadores dedicam o seu tempo em que estão no laboratório

... realizando operações sobre enunciados, ou seja, acrescentam, ou aprimoram modalidades, incluem e excluem citações, proposições ou novas combinações, objetivando criar um novo enunciado. Este é dividido com outros laboratórios e pesquisadores, geralmente através de artigos publicados em periódicos (em especial com maior capilaridade), de forma a persuadir os pares modalidades direcionadas a outras assertivas, a aceitar aquele enunciado como fato e, de preferência citar o artigo no qual aquela assertiva foi publicada... (Peron, 2020, p. 69).

Com isso, são criadas as condições para que o pesquisador desenvolva a credibilidade científica, que é entendida como uma espécie de capital e, também, como uma mercadoria que é trocada, dividida, acumulada utilizada para persuadir os pares, obter financiamento para as pesquisas e, muitas vezes, utilizado como argumento de autoridade para afirmar a validade de sua argumentação sobre determinados conceitos (Latour & Woolgar, 1997). Além disso, os autores apontam para pensarmos o ganho de credibilidade científica pelo cientista como uma analogia entre eles e os investidores no sistema capitalista que irá buscar alimentar um ciclo de credibilidade ao aumentar os ganhos e ter condições de reintroduzi-los no ciclo. Isso é possível como a construção de negociações disputadas entre os cientistas e atores humanos e não humanos presentes na construção do conhecimento humano. Além disso, temos importantes discussões, a partir da realidade que passa a ser definido pelo conceito de rede. Por exemplo, na pesquisa descrita no livro, vida de laboratório, sobre o Hormônio Liberador de Tireotrofina (TRF) que é produzida na região do hipotálamo, torna-

se uma entidade real quando está em uma rede e seu caráter universal está limitado a rede a qual pertence. Ou seja, fora dessa rede o TRF não existe, pois fica condicionado a existência dentro da rede que o criou, e, se optarmos para provar que o TRF existe fora da rede, teremos que estender a rede até lá com todo seu escopo teórico e experimental. Com isso o TRF existe até onde a rede tiver extensão (Latour & Woolgar, 1997; Lima, Ostermann, & Cavalcanti, 2018; Peron, 2020).

Para constituir essa rede é fundamental entender a posição que os cientistas chefes de laboratórios têm no desenvolvimento do TRF, que é demonstrado por Latour & Woolgar (1997) com o cientista polonês Andrew Schally, que apesar de estarem no mesmo laboratório que Guillemin, ambos comandavam grupos de pesquisas distintos e caso não avançassem nas pesquisas teriam as suas reputações reduzidas e perdendo a corrida pela elucidação do TRF. Neste sentido, o fator da nacionalidade foi importante pois apesar deles serem imigrantes, Guillemin era francês, oriundo de um centro com mais capital científico e econômico do que o polonês, que conseguiu obter mais desse capital e somado a sua ousadia nas pesquisas foi possível vencer a corrida, o que contribuiu para demonstrar que o TRF é uma construção social (Latour & Woolgar, 1997). E uma parte importante para evidenciar a construção social da Ciência é apresentar as duas faces da Ciência: uma que representa a Ciência pronta e a outra em que a Ciência está em construção, sendo que a primeira representa caixas-pretas e a segunda, as controvérsias. Para reabrir as caixas-pretas da Ciência pronta e investigarmos a Ciência em construção, temos que utilizar a outra face da Ciência que tem a incerteza e a controvérsia. Com isso, Latour & Woolgar, (1997); Latour (2000), apontaram que devemos analisar a Ciência em construção e não ela pronta, pois temos que chegar antes que as ideias e máquinas tenham constituídos as caixas-pretas ou devemos buscar as controvérsias que as reabrem.

Assim, para entender as controvérsias, temos que operar junto com a Teoria Ator-Rede, a fim de evidenciar as habilidades de profissionais, as interações entre atores humanos e não-humanos. No sentido de fusão entre esses atores, irá acontecer a construção do conhecimento científico, que vai se caracterizar uma realidade influenciada pelos actantes, que são os atores, que deixam os rastros que possibilitarão reabrir as controvérsias científicas (Cappelle & Coutino, 2015). Dessa discussão, temos aportes da Teoria Ator-Rede que busca estudar o mundo, a partir da rede de actantes humanos e não humanos, constituindo-se os coletivos híbridos para elucidar a atividade científica, no sentido de compreender a Ciência em construção, tais como teorias de vanguarda do conhecimento humano: relatividade, mecânica quântica, astrofísica, cosmologia, a estrutura da matéria, dentre outros (Latour, 1994). Os diferentes actantes podem se associar, formar alianças, que origina uma translação, isto é, uma relação no qual deve haver um esforço para mudar a atuação e com associações e mudanças os actantes formam uma rede que estende por toda uma ação no mundo. Não é possível analisar uma ação fora da rede, pois seria necessário estender a rede até aquele ponto (Latour, 2012). E essa rede é composta por fluxos, circulações, mobilizações, autonomização, alianças e representação pública e com isso, a rede sofre várias interações, pois os actantes na sua maioria são híbridos. Dessa forma, podemos utilizar a descrição que Latour (2017) chamou de fluxo sanguíneo da Ciência, que é fundamental na sua perspectiva de Ator-Rede para apresentar os cinco circuitos que as pesquisas sobre a atividade científica têm que levar em consideração para reconstruir o processo de circulação dos fatos científicos, que não devem ser analisadas de forma dissociada, conforme disposto na figura 1 e que serão discutidos em sequência à luz de Latour (2017).

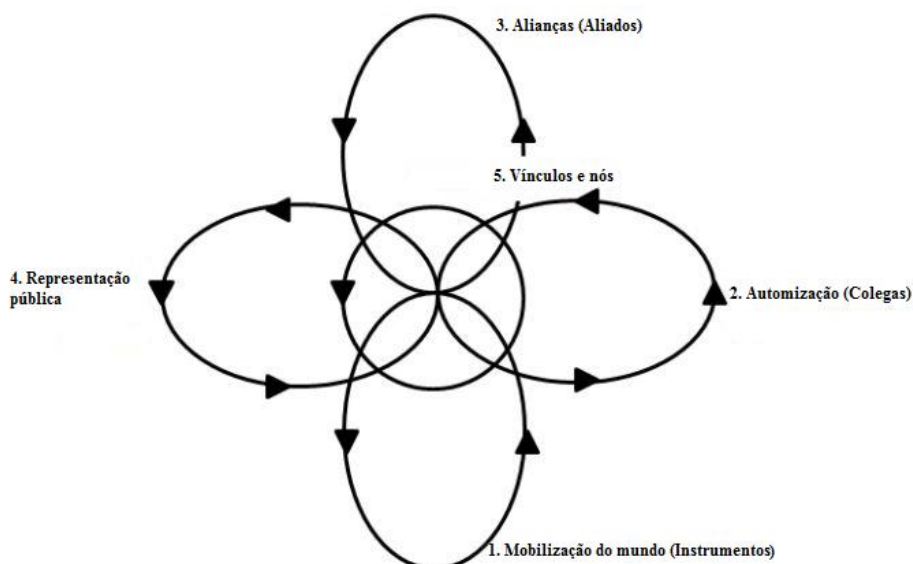


Figura 1: O fluxo sanguíneo da Ciência. Fonte: Adaptado de Latour, 2017, p.119.

O primeiro círculo representa a instrumentalização na Ciência, pois os agentes não humanos são analisados nos laboratórios e passam por novas conceptualizações, transformando-se em inscrições, tabelas, equações e geram argumentos que representam o mundo. E temos então o movimento do cientista em mover o mundo para dentro do laboratório, para que os objetivos de pesquisas se tornem transcritos para os cientistas e desse movimento os cientistas atribuem função aos instrumentos que é transformar os dados em inscrições (Latour, 2017).

Na autonomização, os cientistas dialogam com seus pares, que compartilham o mesmo interesse de pesquisa e temos, também, o movimento no qual um grupo de pesquisa cria seus próprios critérios de avaliação. E, assim, estruturam novas linhas de pesquisa para que outros grupos de pesquisa possam seguir, o que constitui uma comunidade de pesquisa, que irá fazer circular o conhecimento em publicações científicas, assim como, tentarão legitimar o conhecimento produzido por sua comunidade (Latour, 2017).

O terceiro círculo que é os das alianças tem como objetivo inserir e apoiar práticas científicas em contextos mais gerais do tema de pesquisa do grupo. Aplica-se em outras áreas para garantir a sobrevivência da comunidade, alinhando para isso os actantes e a mobilização de controvérsias de grupos de cientistas, que inicialmente não tinham relacionamento, ou seja, trata-se de empenhar o público e sem esse círculo os demais seriam apenas imaginação sem um mundo as pesquisas e os pesquisadores não teriam função (Latour, 2017).

No quarto círculo, temos a representação pública que é a socialização das ações da comunidade de forma a criar alianças, influenciar as ideias de outros cientistas através da mobilização de jornalistas, divulgadores de Ciência, cientistas de outras áreas e docentes. Isso contribui na criação de possibilidades para o estabelecimento de pontos de aproximação entre o conhecimento produzido pelos cientistas e o cotidiano das pessoas sendo uma estratégia para auxiliar a validação do conhecimento científico (Latour, 2017).

E por fim, o quinto círculo mantém unido todos os demais em um interesse comum que é a busca da construção do conhecimento científico aliado ao desenvolvimento tecnológico, ligado, intrinsecamente, a um repertório amplo de recursos. Nota-se que um conceito não é científico por estar distante daquilo que o envolve, mas sim porque liga-se de forma complexa com um repertório maior de recursos. Assim sendo, no quinto círculo, temos a representação de como o conhecimento científico está intrinsecamente interligado com todos os outros fatores e que depende de diversas formas de construção e, torna-se uma das lentes que podemos utilizar para analisar o mundo e por ser fruto dos seres humanos, constitui-se um processo e não apenas representa um fim em si mesma (Latour, 2017).

Além disso, temos ainda a existência de híbridos e das redes, sendo que esses conceitos podem ser integrados com os aspectos da Natureza da Ciência, pois se referem como os cientistas produzem interpretações sobre resultados e que essas não são neutras e nem dissociadas dos debates científicos e políticos (Latour, 2017). Deste modo, existe uma rede que envolve atores que podem ser humanos e não humanos, interagindo para produzir o conhecimento (Lima, Ostermann, & Calvalcanti, 2018). De acordo com esses autores:

...Quando falamos de buracos na camada de Ozônio, estamos falando de um híbrido que surge da interação entre cientistas, equipamentos, políticos, sociedade, isto é, da interação de uma rede sociotécnica. Sua constituição é social, mas não é só social, é fruto de efeitos do discurso, mas não só isso, é também resultado de reações químicas naturais, mas não pode ser reduzida a elas (Lima *et al.*, 2018, p. 373).

Por exemplo, o buraco na camada de ozônio está relacionado com as pesquisas dos químicos, bem como, à linha de montagem das indústrias, as decisões políticas dos países industrializados, aos níveis de consumo de países ricos, assim como, o movimento ambientalista e os direitos de gerações futuras que irão compor de forma não dissociada a rede sociotécnica. Nessa rede, encontraremos várias informações em jornais, páginas da web, e, no mesmo contexto, encontramos diversas actantes, ou seja, para Latour não temos como classificar um texto, como sendo unicamente científico, político ou mesmo econômico (Latour, 1994; Santos, 2016). Podemos utilizar estas ideias para acharmos que somos os construtores de nossa realidade, entretanto somos delimitados por elas, pois a negação da existência de híbridos aponta para uma imagem do fazer científico, não importando o que fazemos, pois isso não irá interferir no sistema social e político. Pensar dessa forma, permite proliferar tais ideias e isso descaracteriza o papel da Ciência na sociedade (Latour & Woolgar, 1997; Latour, 2000).

Evidencia-se na discussão anterior, a crença em uma espécie de força da Ciência contribui para um cientificismo e tem levado problemas graves para a Educação em Ciências. Teorias científicas são ensinadas como verdades objetivas, absolutas e pautadas na obviedade, mostrando verdades prontas e inquestionáveis, o que reforça os dogmas e dificulta uma compreensão autêntica da Ciência (Lima, 2018). Sendo assim, concordamos com os aportes de Latour (1994) acerca da Ciência em Construção e que também são importantes para a Educação em Ciências, especificamente, na História e Natureza da Ciência que são: (1) A importância de estudar a Ciência e Tecnologia em ação, em vez de ensiná-la de forma pronta, (2). Analisar o processo de transformação das afirmações e o mecanismo de construção da atividade científica, contrapondo-se a análise apenas dos efeitos positivos da atividade científica. (3). Estudar a importância das controvérsias em vez de apresentar os produtos finais da Ciência. (4) Evidenciar de forma simétrica o esforço empreendido pelos cientistas para captar recursos humanos e não humanos para o desenvolvimento científico. (5) Utilizar a complementariedade entre as abordagens internalista e externalista para elucidar a atividade científica.

Somando-se a isso, Santos (2016) apresenta pontos importantes para essa discussão ao propor que diferentemente das teorias tradicionais da Educação que focam em questões de ensino e na parte cognitiva, as ideias de Latour, especificamente, da teoria Ator-Rede apresenta questões ontológicas, direcionadas as relações entre as entidades que fazem parte do mundo. Na área educacional, ainda, temos poucas pesquisas sobre como os processos de aprendizagem são afetados pelos atores humanos e não humanos. Neste sentido, essas ideias podem ser incorporadas à Educação em Ciências e são importantes para compreender como a Ciência é parte integrante da cultura humana e que a utilização da abordagem explícita de discussões epistemológicas é relevante para alcançar uma melhoria nesta área, assim como, propiciar avanços e ser relevante para enfrentar as questões sociocientíficas, cada vez mais complexas.

Diante dos apontamentos construídos no decorrer da discussão da Ciência Integral de Douglas Allchin no item anterior e dos aportes de Bruno Latour que desenvolvemos neste item, em especial do fluxo sanguíneo da Ciência, apresentamos a seguir a aproximação da construção entre as teorias visando abordá-las de forma que não sejam dissociadas, pois os seus aportes estarão permeando-a. Dessa forma, será possível evidenciar as implicações dessa aproximação para a Educação em Ciências na contemporaneidade.

A APROXIMAÇÃO ENTRE A CIÊNCIA INTEGRAL DE DOUGLAS ALLCHIN E O FLUXO SANGUÍNEO DA CIÊNCIA DE BRUNO LATOUR

As dimensões de confiabilidade da Ciência são importantes para a discussão da Natureza da Ciência, porém, podem ser integrados ao fluxo sanguíneo da Ciência de Bruno Latour, o que constitui avanços, pois permite que a Abordagem de Natureza da Ciência seja utilizada na Ciência em construção, que ocorre com mudanças rápidas e, às vezes, drásticas e devem ser discutidas na Educação em Ciências (Damasio & Peduzzi, 2018). Essa importância é destacada com o enfrentamento de situações complexas que envolvem questões sociocientíficas, mas que dependam da integração de conhecimentos de tal maneira que a Educação em Ciências pode utilizar as ideias desenvolvidas nesta aproximação para subsidiar discussões acerca da construção do conhecimento científico. Além disso, esta aproximação pode contribuir para o enfrentamento do avanço pujante do negacionismo científico, por meio das redes sociais e para questões complexas que desafiam toda a humanidade a se posicionar de forma contundente para reivindicar mudanças sociais, que levem ao equilíbrio ambiental e a superação das desigualdades.

Desse modo, temos no primeiro círculo do fluxo sanguíneo de Ciência, a mobilização do mundo (Instrumentos), conforme apresentado na figura 1 e podemos aproximá-los com a dimensão observacional (Quadro 1). Esta aproximação favorece a discussão do caráter experimental de algumas Ciências, principalmente, as da natureza da Química. Essa Ciência, por exemplo, tem métodos diferentes de produzir conhecimentos, tais como a elevada necessidade de processamento de dados que as simulações exigem na Química Computacional e, concomitante, temos a subárea de Química Orgânica, que depende de práticas experimentais pautadas fortemente no empírico, ou seja, ambas dependem de instrumentos, mas seguem caminhos diferentes, com métodos próprios de produção de conhecimento científico. E esses instrumentos são para Latour (2000), elementos não-humanos essenciais para o desenvolvimento científico e cabe aos pesquisadores realizarem uma tradução na forma de inscritesores das suas informações para tabelas, gráficos, que se materializam em artigos. É importante que a mobilização do mundo, por meio de instrumentos, seja entendida como um movimento que visa superar uma visão empirista para transcendermos, visando o entendimento acerca da necessidade de algumas áreas das Ciências, tais como a Física de Partículas tem sobre os instrumentos e por outro pelos avanços teóricos com base em formulações matemáticas.

Diante disso, podemos pensar a Ciência em Construção, a partir de um movimento em que os objetos cognoscíveis adquirem significância, quando passam a compor uma rede, que existem somente dentro daquela rede e para determinar o avanço das pesquisas, temos que estender a rede até o actante, que irá estimular a expansão do território do coletivo, pois irá fomentar o ingresso de novos actantes para ampliar a proposição aumentando a cadeia das transformações da prática científica (Lima, *et al.*, 2018). Neste sentido, temos na História da Ciência o surgimento de híbridos como o quantum, o espaço-tempo, a mecânica quântica, dentre outros, que são articuladas em diversas dimensões. Isso decorre, uma vez que ninguém consegue visualizar partículas elementares ou o tecido do espaço-tempo; as inferências dos pesquisadores decorrem das interpretações dos inscritesores à luz de debates científicos e sociais, que compõem a rede de atores e vão interagir para a produção de conhecimentos científicos (Cappelle & Coutinho, 2015). A articulação não dissocia os elementos em dimensões que correm o risco de serem aplicadas de forma independente nas pesquisas ou que apenas algumas características sejam contempladas, enquanto outras não seriam desenvolvidas na Educação Básica. Já a ideia de híbridos e da sua interligação com o social é reduzido quando é abordado sem interligação com os aspectos socioculturais de forma que ambos sejam integrados, não sendo possível a sua dissociação para melhor abordagem acerca da atividade científica.

No quadro 2, a seguir, é apresentado os pontos de aproximação entre o Fluxo Sanguíneo da Ciência de Bruno Latour com as dimensões de confiabilidade de Douglas Allchin e seus pontos que podem ser integrados de acordo com o nosso entendimento.

Quadro 2: O círculo da Ciência e a integração com as dimensões de confiabilidade.

O fluxo Sanguíneo da Ciência	Dimensões de Confiabilidade de Natureza da Ciência na abordagem de Ciência Integral	A proposta de Integração
Mobilização do Mundo	Observacional- (Experimental-Medidas-Instrumentos)	Múltiplas formas de produção do conhecimento científico
Automização/Aliados	Conceituais (Históricas-Humanas)	Representação do mundo a partir de diferentes lentes
Representação Pública	Sociocultural (Instituições-Vieses-Economia e Financiamento-Comunicação)	Condições para a validação do conhecimento científico
Vínculos e nós/ Construção do conhecimento científico considerando as diferentes sociedades, a política, a economia, as condições psicológicas dos pesquisadores e da sociedade em geral e os processos cognitivos das pessoas que produzem Ciência no limiar do mundo da pós-verdade ¹ marcado por crenças pessoais, religiosas, ideologias e Fake News propagadas majoritariamente em redes sociais.		

Fonte: Elaborado pelos autores.

A proposta de articulação irá avançar em relação as publicações pregressas na literatura como as de Afonso & Gilbert (2010), Carmona (2014), Allchin, Andersen, & Nielson (2014), Carmona & Díaz (2018), Gandolfi (2019), Allchin & Zemplén (2020), Hottecke & Allchin (2020), Avraamidou & Schwartz (2021), Maia, Justi, & Santos (2021), Melo, Coutinho, Rodrigues e Silva, & Vilas-Boas. (2022) pois englobamos de forma explícita os vínculos e nós (quadro 2) que sustentam a forma como é produzido Ciência no mundo marcado pela pós-verdade mas sem dissociar os demais pontos de aproximação proposto no Quadro 2. Isso irá representar uma possibilidade de resgate da confiabilidade da Ciência sem reduzir as demais formas de produção do conhecimento.

Dessa forma, entendemos que a população em geral mesmo que em contato com as formas de produção do conhecimento científico e também tendo o letramento científico² ainda irão persistir e difundir ideias que destoam da Ciência isso porque essas ideias estão no âmago delas integradas com as suas crenças pessoais, ideologias assim a Ciência pode até ser entendida, mas não será internalizada por não está em acordo com os seus valores pessoais. A homeostase nesse sentido é uma possibilidade de elucidar

¹ A pós-verdade é entendida neste artigo como uma postura em que muitos argumentos buscam legitimar fatos alternativos com o mesmo valor ou até maior que o conhecimento científico. Também é caracterizada pelo forte apelo aos valores pessoais indissociáveis do subjetivo sendo superior a qualquer mecanismo contrário de conhecimentos independentes da fonte científica para que eles sejam tidos como corretos ganhando status quase divinos e que passam a serem verdades que não podem ser inalteradas e tão pouco questionadas (Saito, 2020).

² Optamos por utilizar o letramento científico em vez da Alfabetização Científica por entendermos que o letramento científico está mais alinhado com a proposta desta pesquisa. Assim, o letramento científico possibilita que os discentes compreendam e analisem fenômenos estudados pelas ciências e tenham vivência com artefatos e com os conhecimentos científicos. E essa definição engloba também temas das Ciências a partir de análises de situações-problemas em que explicitarmos que a ciência faz parte do conjunto de conhecimentos produzidos pela humanidade e que ela depende de fatores culturais, sociais, políticos, dentre outros, para serem aceitos (Silva & Sasseron, 2021).

o processo pelo qual as pessoas terão as condições necessárias para a internalização da Ciência e irão prevenir variações no equilíbrio interno homeostático da sua confiança na Ciência.

No que tange as múltiplas formas de produção do conhecimento científico ela pode possibilitar a aproximação entre as ideias para proporcionar uma abordagem das Ciências de forma ampla e que caracterize os diversos aspectos do desenvolvimento da Ciência na Educação em Ciências, pois a Ciência é uma atividade cognitiva complexa que utiliza de diversas ferramentas. Já em relação ao que tange o aprendizado dos estudantes, temos que a utilização da aproximação proposta das ideias permite relacionar o aprender sobre as Ciências no qual eles podem compreender os fenômenos específicos que vão caracterizar o desenvolvimento de uma das áreas/subáreas da Ciência a partir dos significados e aceitação do conhecimento científico.

Assim sendo, a aproximação pode permitir o avanço do aprendizado sobre a Ciência e possibilitar discussões com os estudantes, contextualizando as práticas científicas para proporcionar a construção e reflexão do conhecimento, que é produzido por pessoas, que podem estar sendo influenciados por processos subjetivos. Além disso, no contexto social, este conhecimento pode ser passível de transformações ou rejeição pela comunidade de pesquisadores e a sociedade é constituída por pessoas que não compreendem totalmente a Ciência. Também é importante que essa aproximação permita discutir como a Ciência é abordada em diversas culturas, sendo que, a representação do mundo no quadro 2, utiliza-se de diferentes lentes, pois a existência de híbridos pode ter distintas ideias conforme a cultura, no qual o conceito é produzido e isso contribui para discutir se outras culturas que não seja a europeia tiveram produção de Ciências de alto impacto, durante a História da humanidade e como esses conhecimentos são mediados nas diferentes culturas.

Sendo assim, quando levamos em conta que os processos de mediação do conhecimento científico são colocados em contexto, na Ciência não ocorre a separação dos humanos e dos não-humanos. Não há o sobrepujamento de signos e as coisas, que segundo Latour, as culturas são melhor definidas como naturezas-culturas, que vão construir os seres-humanos, as divindades e os não-humanos; ou seja, nenhum deles vive em um mundo de coisas ou em um mundo de signos construídos no exterior desse mundo. Com isso, o conhecimento passa pela validação e esse processo envolve a mobilização de híbridos no qual as dimensões utilizadas são: observacionais, conceituais e socioculturais, considerados elementos cruciais para entender a Ciência em construção e seus diversos processos que ocorrem durante a sua elaboração. Somando-se as discussões sobre a Ciência ser parte da cultura humana e que o processo de construção e validação do conhecimento científico tem legitimação de forma provisória, em que novas avaliações, assim como, críticas podem e devem ser feitas para evidenciar a provisoriedade do conhecimento. Assim, as origens dessas avaliações ocorrem por meio da interação com novas comunidades de cientistas, bem como, alteração de valores e outros fatores que contribuem com o desenvolvimento das Ciências (Longino, 2002; Cláudio 2020; Oliveira 2021).

Nesse sentido, a articulação expressa no quadro 2, poderá proporcionar que a confiabilidade na Ciência seja internalizada e a aceitação da Ciência ocorra de forma gradual, e com isso esperamos que o conhecimento científico seja empregado para a explicações de situações no qual ele é importante para elucidar a realidade e que esse conhecimento não seja cultuado e posta em um pedestal, como se tivesse as respostas para todas as perguntas, mas sim que seja uma das lentes para analisar o mundo e uma das formas de responder com coerência os desafios da sociedade contemporânea atualmente.

Assim, entendemos que as pessoas não irão mudar as suas posturas facilmente frente à Ciência, mas a utilização integrada é uma possibilidade que deve ser explorada para melhor construirmos um caminho. Nele, a pós-verdade com todos os seus desafios não seja a lente predominante para analisar o mundo como vêm ocorrendo e que foi catalisada com o advento da pandemia, que aliado com as redes sociais deu ainda mais força para os movimentos anticiência. Com isso, a Educação em Ciências deve avançar no que tange a essas discussões para que não apenas enfrente esses movimentos, mas que seja realmente utilizada pela população, em geral e isso contribui para

Desse modo, a aproximação entre a Ciência Integral e o Fluxo Sanguíneo da Ciência pode possibilitar um caminho que permita inserir, de forma ampla e coerente, aspectos da atividade científica, que possibilite aos estudantes o entendimento de como a Ciência é construída, que é uma construção humana e, que, no decorrer da História, vem se transformando e não possui verdades absolutas. Isto desmitificaria a forma como as atividades científicas são perpetuadas e indicam a ideia de que as Ciências tem um método único e com etapas estanques para se produzir o conhecimento científico.

Nesse sentido, Silva & Videira (2020) defendem que as Ciências são dinâmicas e estão em construção, em diálogo, passam por revisões e que, para os autores, esses motivos são o que a torna muito próxima a nós. Os autores supracitados são enfáticos ao apontarem para a necessidade de confiarmos nela, por ser uma prática inerentemente social, bem como, uma construção coletiva, pautada na colaboração, no diálogo, na interação entre cientistas e, também, com a comunidade geral. A Ciência, nesse sentido, passa pela elaboração de hipóteses, pelo teste de teorias, pela capacidade de realizar previsões e também pela verificação de resultados. E no que tange ao caráter provisório do conhecimento científico, os autores defendem que este caráter não é uma evidência de fraqueza, mas sim justamente que torna forte e vital a Ciência.

Dessa forma, a proposta de aproximação é mais efetiva do que utilizar isoladamente cada um dos aportes, pois avança também no sentido de não reduzir a uma lista de características que tem que ser atingida, mas sim, constitui um sistema completo que abrange várias situações em que a Ciência é desenvolvida e possibilita a tomada de decisões dos estudantes, quando há o confronto com as questões sociocientíficas que estão cada vez mais presentes na sociedade atual e também para entenderem que a Ciência não é um conjunto fechado em si mesma e dogmática. Isso possibilita evidenciar que a Ciência é uma importante ferramenta para desvelarmos a complexidade do universo, mas que não deve ser vista como hierarquização no sentido de sobrevalorização em relação a outras formas de representar o mundo que é diferente em diversas culturas.

Diante disso, as múltiplas representações do conhecimento são importantes para o enfrentamento do movimento de negacionismo que passa pela abordagem de forma não autoritária do conhecimento científico para ser ouvida e legitimada pela população leiga como uma explicação correta frente aos demais tipos de conhecimento que se multiplicam em uma velocidade imensa. Além disso, também devermos criar condições para que a população identifique as limitações das explicações negacionistas e reconheçam que elas não se aplicam à realidade e que uma das formas mais adequadas de responder as questões sociocientíficas é aquela que a Ciência está apresentando (Barcellos, 2020). Assim, teremos condições de construir representações sobre o mundo, ao utilizar o conhecimento científico como subsídios para o enfrentamento do movimento do negacionismo científico muito bem articulado com ideologias distorcidas da realidade pautado nas Fake News.

Sendo assim, compreender que existem diferenças entre as formas que são produzidas o conhecimento e respeitando essa produção, podemos contribuir para enfraquecer esse movimento que assombra, especialmente, o Brasil e que busca deslegitimar o conhecimento científico. Somando-se a isso, uma Educação em Ciências que leve os aspectos das múltiplas lentes, acerca da construção do conhecimento científico contribui para que os estudantes sejam inseridos em uma cultura científica, em que sejam partes de outras culturas e que consigam “navegar” entre elas, propiciar-lhes-ão a tomada de decisão de qual é a melhor forma de responder as questões sociocientíficas.

Além disso, concordamos com os apontamentos de Vilela & Selles (2020) acerca da importância de desenvolver nos estudantes uma defesa consciente das Ciências, que reconhece as suas limitações e contradições, mas também como uma das lentes para analisar o mundo. Daí acreditarmos na diáde que a aproximação entre a Ciência Integral e o Fluxo Sanguíneo da Ciência propiciará, além da compreensão da produção do conhecimento científico, a tomada de decisões, pois podem se utilizar as Ciências, de forma consciente, para participarem de forma efetiva na sociedade. Com base nisso, reiteramos que a aproximação, que apontamos, está de acordo com as discussões de Reis (2021), no sentido de

...Uma concepção de ciência que facilitará a colaboração e a mobilização de todos os cidadãos no sentido de: (a) exigirem e exercerem uma cidadania participativa e fundamentada sobre questões relacionadas com ciência e tecnologia; e, (b) exigirem justiça social e ética nas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Reis, 2021, pp. 2-3).

A concepção de Ciência que objetivamos, frente aos imensos desafios que surgem na contemporaneidade, passa também pela busca de uma sociedade mais justa e igualitária. Neste sentido, apontamos que o círculo de vínculo e nós do fluxo sanguíneo da Ciência foi proposto como sendo aglutinador de ambos os aportes, pois permeia todos os pontos de aproximação e pode possibilitar uma Educação em Ciências comprometida com um mundo melhor, sem ser reduzida a um cientificismo, mas apropriada de forma correta e coerente para o exercício pleno da cidadania de todos os estudantes. Percebemos que isto é fundamental para uma sociedade, já que se contempla a complexidade da Ciência e os desafios da aceitação da Ciência pelo público em geral, que está fortemente “contaminado” pelas Fake News e no negacionismo científico, que estão alinhadas com ideologias que visam desacreditar a Ciência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve o objetivo de apontar possíveis aproximações entre a Ciência Integral de Douglas Allchin com o Fluxo Sanguíneo de Bruno Latour, a fim de elucidar que elas são coerentes e complementares e possibilitam que a Ciência seja abordada para o enfrentamento de problemáticas, que ganharam força na era da pós-verdade, em especial, as Fake News. Além disso, discorreremos sobre uma possibilidade para que o conhecimento científico tenha confiabilidade no mundo dominado pelas bolhas virtuais, com grandes implicações sociais.

Assim, entendemos, nesse artigo, que uma abordagem contemporânea da Natureza da Ciência deve subsidiar além da compreensão da produção de conhecimentos, a tomada de decisões, bem como, a utilização da Ciência de forma consciente para uma participação efetiva na sociedade. Esta, vai além de emitir parecer sobre as questões sociocientíficas, mas é entender os aportes que estão implícitos, como por exemplo, o interesse nefasto de grupos dominantes, com a divulgação de Fake News sobre a vacinação. A participação efetiva passa pela criticidade pautada em conhecimentos científicos para termos possibilidades de transformação da sociedade, entretanto estamos cientes de que o processo de internalização da Ciência não será fácil e irá ocorrer de forma gradual. Só assim será possível que as pessoas em geral utilizem e confiem na Ciência e que a identifiquem como sendo a não detentora de todas as verdades e que elas possam utilizar o conhecimento científico perante questões que envolvam as Fake News e o negacionismo científico.

Diante disso, o presente estudo pode ter como limitação de efetividade caso as pessoas mantenham o seu posicionamento radical e de total obliteração perante o conhecimento científico de forma que as pessoas podem não utilizar a proposta para compreender as limitações das Fake News ficando imersas nas bolhas virtuais e elas podem apontar que o conhecimento científico é categoricamente autoritário e o que elas conhecem nas redes sociais tem maior importância e efetividade do que o conhecimento construído historicamente pela Ciência. Dessa forma, como contribuição posterior, vamos utilizar os apontamentos realizados acerca da aproximação entre os aportes para contribuir com o Ensino de Física de Partículas, que é uma área representativa da ideia da Ciência em Construção. Esse tópico também é importante na Formação de Professores por apresentar uma ideia da Ciência em crescimento e que tem lacunas no que tange a sua abordagem no Ensino Superior, pois ocorre predominantemente para valorizar a formulação matemática. Diante disso, acreditamos que o presente estudo pode colaborar para essa formação, já que ainda há aspectos epistemológicos de sua construção relegados ao ostracismo e isso não contribui para a formação de egressos dos cursos de Licenciatura em Física, e, que, por consequência, vão reproduzir as abordagens que tiveram durante a sua formação universitária.

REFERÊNCIAS

- Afonso, A. S., & Gilbert, J. K. (2010). Pseudo-science: A meaningful context for assessing nature of science. *International Journal of Science Education*, 32(3), 329-348. <https://doi.org/10.1080/09500690903055758>.
- Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science & Education*, 95(3), 518–542. <https://doi.org/10.1002/sce.20432>.
- Allchin, D. (2013). *Teaching the Nature of Science: Perspectives and Resources*. Saint Paul, United States of America: Shipp Educational Press. <https://doi.org/10.1002/sce.21131>.
- Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. (2014). Complementary approaches to teaching nature of science: Integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. *Science Education*, 98(3), 461-486. <https://doi.org/10.1002/sce.21111>.
- Allchin, D., & Zemplén, G. A. (2020). Finding the place of argumentation in science education: Epistemics and whole science. *Science & Education*, 24(5), 907-933. <https://doi.org/10.1002/sce.21589>.
- Almeida, B. C. (2019). *Análise de casos históricos da ciência estudados sob a perspectiva da ciência em construção para favorecer reflexões por parte de licenciados sobre Natureza da Ciência*. (Dissertação de mestrado). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Recuperado de <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/30699>
- Almeida, B. C., & Justi, R. S. (2020). Influências de conhecimentos de Natureza da Ciência no planejamento de aulas relacionadas à História da Ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(3), 433-453. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p433>.

- Alvim, M. H., & Zanotello, M. (2014). História das Ciências e Educação Científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(2), 349-359. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v7i2.198>.
- Avraamidou, L., & Schwartz, R. (2021). Who aspires to be a scientist/who is allowed in science? Science identity as a lens to exploring the political dimension of the nature of science. *Cultural Studies of Science Education*, 16, 337-344. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11422-021-10059-3>.
- Barbosa, F. T., & Aires, J. A. (2018). A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. *Actio Docência em Ciências*, 3(1), 115-130. <https://doi.org/10.3895/actio.v3n1.7093>.
- Barcellos, M. (2020). Ciência não autoritária em tempos de pós-verdade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1496- 1525. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1496>.
- Bartelmebs, V. T., & Souza, R. S. (2021). Pandemia, negacionismo científico, pós-verdade: Contribuições da Pós-Graduação em Educação em Ciências na Formação de Professores. *Revista Insignare Scientia*. 4(5), 64-85. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i5.12564>.
- Berjano, N. R. R., Bravo, A. A., & Bonfim, C. S. (2019). Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(4), 967-982. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040008>.
- Britto, D. M. C de., & Mello, I. C. (2022). Ensino de Ciências na era da Pós-verdade: Considerações acerca do discurso presente em Fake News. *Reamec-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 10(1), 1-23. <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i1.13007>.
- Cláudio, D. S. O. (2020). *Como sabermos o que sabemos? Por que acreditamos nisso?* Análise de um modelo de ensino sobre ciência a partir de práticas científicas e epistêmicas escolares. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG. Recuperado de <https://www.repositorio.ufop.br/items/8a5dd83f-c5f1-40db-9f7b-f27b50eaae2>.
- Canguilhem, G. (2012). *Estudos de História e de Filosofia das Ciências-Concernentes aos vivos e à vida*. Tradução de Abner Chiquieri. Rio de Janeiro, RJ: Forense.
- Cappelle, V., & Coutino, F. A. (2015). Torna-se fisiologista vegetal: potencialidades educacionais de uma controvérsia entre cientistas do século XIX sob o ponto de vista de Bruno Latour. *Alexandria revista de Educação em Ciências e Tecnologia*, 8(3), 181-205. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2015v8n3p181>.
- Carmona, A. G. (2014). Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las ciencias*, 32(3), 493-509. Recuperado de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287575>.
- Carmona, A. G., Díaz, J. A. A. (2018). The Nature of Scientific practice and science education rationale of a Set essential pedagogical principles. *Science & Education*, 27, 435-455. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-018-9984-9>.
- Carneiro, M. C., & Ramos, M. C. (2022). *Epistemologias: Diálogos com as Ciências*. Bauru, SP: Gradus/Cultura Acadêmica.
- Clough, M. P. (2006). Learners' Responses to the Demands of Conceptual Change: Considerations for effective nature of science instruction. *Science & Education*, 15(5), 463-494. <https://doi.org/10.1007/s11191-005-4846-7>.
- Clough, M. P. (2017) History and Nature of Science in Science Education. In K. S. Taber., B. Akpan (Eds.) Science Education. *New Directions in Mathematics and Science Education*. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers,.
- Damasio, F., Peduzzi, L. O. Q. (2018). Para que ensinar ciência no século XXI? Reflexões a partir da Filosofia de Feyerabend e do Ensino Subversivo para uma aprendizagem significativa crítica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 20(e2951), 1-18. <https://doi.org/10.1590/1983-21172018200114>.

- Eastwood, J. L., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L., & Applebaum, S. (2012). Contextualizing Nature of Science Instruction in Socioscientific Issues. *International Journal of Science Education*, 34, (12), 2289-2315. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.667582>.
- Ferreira, G. K. (2018). *Reflexões sobre a Natureza da Ciência: Configurações e intenções na formação de professores de Física*. (Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/206249/PECT0386-T.pdf>.
- Feyerabend, P. K. (2016). *Ciência, um Mostro-Lições trentinas*. (Trad. de Rogério Bettoni). Belo Horizonte, BH: Autêntica.
- Forato, T. C. de M. (2009). *A natureza da ciência como saber escolar: Um estudo de caso a partir da História da Luz*. Vol. 2. (Tese de doutorado) Programa de Pós-Graduação em Educação). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-24092009-130728/publico/Thais_Volume_2.pdf
- Forato, T. C. de M., Pietrocola, M., & Martins, R. de A. (2011). Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27-58. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n1p27/18162>.
- Gandolfi, H. E. (2019). In defence of non-epistemic aspects of nature of science: Insights from an intercultural approach to history of science. *Cultural Studies of Science Education*. 14, 557-567. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9879-8>
- Gil-Peréz, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(2), 125-153. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DyqhTY3fY5wKhzFw6jD6HFJ/?format=pdf&lang=pt>.
- Guerra, A. (2019). Educação Científica numa Abordagem Histórico-Cultural da Ciência. In A. P. B. Silva, & B. A. Moura (Eds.). *Objetivos humanísticos, conteúdos científicos: contribuições da história e da filosofia da Ciência para o ensino de Ciências*. (pp. 205-226). Campina Grande, PB: EDUEPB.
- Hottecke, D., & Allchin D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104, 641-666. <https://doi.org/10.1002/sce.21575>.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, 20(7-8), 591-607. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>.
- (
- Latour, B. (1994). *Jamais fomos modernos: Ensaio da antropologia simétrica*. (Trad.: Carlos Irineu da Costa). Rio de Janeiro, RJ: Editora 34.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1997). *A vida de laboratório*. (Trad.: Angela Ramalho Vianna). Rio de Janeiro, RJ: Relume Dumar.
- Latour, B. (2000). *Ciência em Ação: Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. (Trad.: Ivone C. Benedetti). São Paulo, SP: Unesp.
- Latour, B. (2012). *Reagregando o social: Uma introdução à teoria ator-rede*. (Trad.: Gilson César Cardoso de Souza). Salvador-Bauru, BA-SP: Edufba e Edusc.
- Latour, B. (2017). *A esperança de Pandora*. (Trad.: Gilson César Cardoso de Souza). São Paulo, SP: Unesp.
- Leal, K. P., Alcantara, M., & Forato, T. C. de M. (2017). Edwin Hubble e o enigma do redshift: Uma proposta de trabalho baseada na Whole Science. *Enseñanza de las ciencias (digital)*, 3729-3733. Recuperado de : https://www.researchgate.net/profile/Marlon-Alcantara/publication/334151080_EDWIN_HUBBLE_E_O_ENIGMA_DO_REDSHIFT_UMA_PROPOSTA_DE_TRABALHO_BASEADA_NA_WHOLE_SCIENCE/links/5d1a56ac458515c11c093e4a/EDWIN-HUBBLE-E-O-ENIGMA-DO-REDSHIFT-UMA-PROPOSTA-DE-TRABALHO-BASEADA-NA-WHOLE-SCIENCE.pdf

- Lederman, N. G. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.). *Scientific inquiry and Nature of Science*. (pp. 301–317). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Lederman, N. G. (2018). La simple cambiante contextualización de la naturaliza de la ciência: documentos recientes sobre la reforma de la educación científica em los Estados Unidos y su impacto em el logro de la alfabetizaci[on científica. *Enseñanza de las ciencias*, 36(2), 5-22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2661>
- Leite, D. A. R., & Silva, D. dos S. (2018). A Natureza da Ciência e a formação inicial de professores: Análise de uma proposta didática desenvolvida em um curso de Licenciatura em Física. *Experiência em Ensino de Ciências*, 13(5), 555-565. Recuperado de <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/121/103>
- Licio, J. G. (2018). *Prêmio Nobel*: Palestras oficiais sob a perspectiva da ciência Integral. (Dissertação de mestrado), Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-02052019-154516/publico/Jose_Guilherme_Licio.pdf
- Lima, N. W., Ostermann, F., & Calvalcanti, C. J. de H. (2018). A não-modernidade de Bruno Latour e suas implicações para a Educação em Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(2), 367-388. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n2p367>.
- Lima, N. W. (2018). *O lado oculto do fóton*: A estabilização de um actante medida por diferentes gêneros do discurso. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Recuperado em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/181004/001073000.pdf>.
- Lima, N. W., & Nascimento, M. M. (2021). Aterrando no Sul: Uma proposta político-epistemológica para a área de Educação em Ciências do Antropoceno. *Ciência & Educação (Bauru)*, 27(e21041), 1-16. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210041>
- Longino, H. (2002). *The fate of knowledge*. New Jersey, United States of America: Princeton University Press.
- Maia, P., Justi, R., & Santos, M. (2021). Aspects About Science in the context of production and communication of Knowledge of Covid-19. *Science & Education*, 30, 1075-1098. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00229-8>
- Martins, A. F. P. (2015). Natureza da Ciência no Ensino de Ciências: Uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(3), 703-737. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>
- Massoni, N. T., & Moreira, M. A. (2017). Visões epistemológicas (ou sociológicas) recentes da ciência: Uma introdução. *Texto de apoio ao professor de Física*, 28(3), 1-84, Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Recuperado de https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v28n3_massoni_moreira.pdf
- Matthews, M. R. (1998). In Defense of Modest Goals when teaching about the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 161–174. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199802\)35:2<161::AID-TEA6>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199802)35:2<161::AID-TEA6>3.0.CO;2-Q)
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: from nature of science to feature of science. In: Khine, M. S. (org.). *Advances in nature of science research* (pp. 3-26). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P.; (1998). The Nature Of Science in Science education: An introduction. *Science & Education*, 7(6), 511-532. <https://doi.org/10.1023/A:1008642510402>
- McComas, W. F. (2008). Seeking Historical Examples to Illustrate key aspects of the Nature of Science. *Science & Education*, 17(2–3), 249–263. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9081-y>

- Melo, J. P., Coutinho, F. A., Rodrigues e Silva, F. A., & Vilas-Boas, A. (2022). Uma contribuição ao ensino de genética por meio de uma abordagem do trabalho de Mendel à luz do fluxo sanguíneo da ciência de Bruno Latour. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 22, 1-19. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u355373>
- Melo, L. W. S. de., Passos, M. M., & Salvi, R. F. (2020). Análise de Publicações ‘Terraplanistas’ em rede social: Reflexões para o Ensino de Ciências sob a ótica discursiva de Foucault. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20, 275–294. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u275294>
- Mendonça, P. C. C. (2020). De que conhecimento sobre Natureza da Ciência estamos falando? *Ciência & Educação*, 26, (e20003), 1-16. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200003>
- Moreira, M. A. (2017). O Bóson de Higgs: Uma conjectura audaz?. *Ensino e tecnologia em revista*, 1(2), 141-157. <https://doi.org/10.3895/etr.v1n2.7330>
- Moreira, M. A. (2021). Desafios no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43(supl. 1), 1-8. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>
- Moreira, M. B., Duarte, G. S., Faustino, G. A. A., Silva, J. P., Santos, V. L. L. dos., Benite, C. R. M., & Benite, A. M. C. (2022). Química na cozinha: Estudos sobre a herança alimentar afrodiapórica em nível médio. *Revista virtual de Química*, 15(3), 621-632, Recuperado de <https://rvq.sbgq.org.br/pdf/v15n3a17>
- Moura, B. A. (2014). O que é natureza da Ciência e qual a sua relação com a História da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(1), 32-46. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v7i1.237>.
- Moura, C., Camel, T., Guerra, A. (2020). A natureza da ciência pelas lentes do currículo: Normatividade curricular, contextualização e os sentidos de ensinar sobre ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 22, 1-27. <https://doi.org/10.1590/1983-21172020210114>.
- Moura, G. Y. S., Senabio, K. P. da C., Miranda, A. C. D., & Mackedanz, L. F. (2022). Disseminação do Ensino de Física no Twitter: Uma análise altmétrica. *Reamec- Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 10(2), 1-19. <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i2.13541>
- Nogueira, L. C. do, N., Silva, E. F. R., Matos, N. L., Santos, D. O. dos., & Oliveira, V. da C. (2021). Interdisciplinaridade Decolonial no Espaço Não Formal: Saberes dos Ferreiros Africanos usados durante a História da Humanidade. *Revista debates em Ensino de Química*, 7(2), 87-104. <https://doi.org/10.53003/redequim.v7i2.4098>
- Oleques, L. C., Boer, N., & Santos, M. L. B. (2013). Reflexões acerca das diferentes visões sobre a Natureza da Ciência e crenças de alunos de um curso de Ciências Biológicas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), 110-125. Recuperado de https://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen12/REEC_12_1_6_ex686.pdf
- Oliveira, J. A. de. (2021). *Em quem e no que confiar?: Análise de conhecimento funcional de Natureza da Ciência de Licenciandos em Química*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Educação. Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, M. G.. Recuperado de <https://repositorio.ufop.br/server/api/core/bitstreams/314dd870-dace-4f38-9a82-85d42de2b1a1/content>
- Oliveira, J. M. de., Batinga, V. T. S., & Régner, N. C. (2020). Concepções de estudantes sobre a Natureza da Ciência a partir de uma abordagem histórica do modelo atômico de Bohr. *Investigações no ensino de Ciências*, 15(2), 47-67. Recuperado de <https://fisica.ufmt.br/eencijs/index.php/eenci/article/view/714>
- Peron, T. da S. (2020). *Ensino de Ciências e a validação do saber científico: Um estudo sob a ótica da História Cultural da Ciência e da Sociologia e Filosofia da de Bruno Latour*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, RJ. Recuperado de https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.xhtml?popup=true&id_trabalho=9670772

- Portugal, K. O., & Broietti, F. C. D. (2020). Visões acerca de Natureza da Ciência de formandos em licenciatura em química. *Actio Docência em Ciências*, 5(1), 1-18. Recuperado de <https://periodicos.ufpr.edu.br/actio/article/view/10402/7527>
- Pumfrey, S. (1991). History Of Science in the National Science Curriculum: A critical review of resources and their aims. *Bristsh Journal for the History of Science*, 24(1), 61-78. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/4027016>
- Queirós, W, P. Errobidart, N. C. G., Vinholi Júnior, A. J., & Nunes, C. L. C. (Orgs.). (2023). *Perspectivas de construção do conhecimento no ensino de ciências*. São Paulo, SP, Pimenta Cultural. <https://doi.org/10.31560/pimentacultural/2023.96238>
- Reis, P. (2021). Desafios à Educação em Ciências em tempos conturbados. *Ciência & Educação (Bauru)*, 27(e21000), 1-9. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210000>
- Saito, M. T. (2020). A noção de verdade e a circulação do conhecimento científico em Fleck: Elementos para uma reflexão sobre a era da pós-verdade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física.*,37(3), 1217-1249. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1217>
- Santos, F. A., Santana, I. C. H., & Silveira, A. P. (2017). A Natureza da Ciência na sala de aula: Conhecendo concepções e possibilidades no Ensino de Ciências. *Tear revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 6(2), 1-13. <https://doi.org/10.35819/tear.v6.n2.a2481>.
- Santos, M. (2018). Uso da História da Ciência para favorecer a compreensão dos estudantes do Ensino Médio sobre ciência. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(2), 641-668. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182641>
- Santos, M., Maia, P., & Justi, R. (2020). Um modelo de ciências para fundamentar a Introdução de aspectos de Natureza da Ciência em contextos de ensino e para analisar tais contextos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20, 581-616. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u581616>
- Santos, V. (2016). *Abrindo a caixa-preta de uma sequência didática: Uma análise Ator-Rede da aprendizagem profissional docente de um professor de Biologia*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e inclusão social. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. Recuperado de https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-ARRHKG/1/disserta_o_victor_marcondes_de_freitas_santos.pdf
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. de C. (2011). Alfabetização Científica: Uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 6(1), 59, 77. Recuperado de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod_resource/content/1/SASSERON_CARVALHO_AC_uma_revisão_bibliográfica.pdf
- 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>
- Sasseron, L. H., & Silva, M. B. (2021). Alfabetização Científica e domínios do conhecimento científico: Proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*, 23, 1-20. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>
- Schiffer, H., & Guerra, A. (2019). Problematizando Práticas Científicas em aulas de Física: o uso de uma História interrompida para se discutir Ciência de forma epistemológica-contextual. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 19, 95-127. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u95127>
- Sepini, R. P., & Maciel, M. D. (2014). Mudanças de Concepções atitudinais sobre natureza da ciência e tecnologia em estudantes da escola básica após intervenção didática. *Amazônia revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 10(20), 101-111. Recuperado de <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2317/2563>
- Silva, G. R. (2019). *A Teoria Histórico Cultural como estratégia para a construção de conceitos científicos em uma abordagem histórico-contemporânea da Termodinâmica*. (Dissertação de mestrado). Programa

de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS. Recuperado em: <https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/6976>

Silva, E. L., Camargo, M. J. R., & Benite, A. M. C. (2022). Cerveja Egípcia? Educação para as relações étnico-raciais (EREAR) na formação docente em Química. *Química Nova*, 54(2), 235-244. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170833>

Silva, V. C. da., & Videira, A. A. P. (2020). Como as Ciências morrem? Os ataques ao conhecimento na era da pós-verdade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1041-1073. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1041>

Teixeira, E. S., Freire-Junior, O., & El-Hani, C. N.; (2009). A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da Natureza da Ciência de Estudantes de Física. *Ciência & Educação (Bauru)*, 15(3), 529-556. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132009000300006>.

Teixeira, O. P. B. (2019). A Ciência, a Natureza da Ciência e o Ensino de Ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(4), 851-854. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040001>

Vilela, M. L., & Selles, S. E. (2020). É possível uma Educação em Ciências em tempos de negacionismo científico? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1722-1747. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1722>

Vital, A., & Guerra, A. (2017). A implementação da História da Ciência no Ensino De Física: Uma reflexão sobre as implicações do cotidiano escolar. *Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências*, 19, 1-21. <https://doi.org/10.1590/1983-21172017190127>

Recebido em: 14.07.2023

Aceito em: 27.09.2024