

# A Filosofia como alicerce para o Ensino Contextual de Ciências: Por que não podemos concordar em discordar?

*Philosophy as a Foundation for Contextual Science Teaching: Why can't we agree to disagree?*

Maria Elice de Brzezinski Prestes <sup>[a]</sup> 

São Paulo, SP, Brasil

<sup>[a]</sup> Universidade de São Paulo (USP)

**Como citar:** PRESTES, Maria Elice de Brzezinski. A Filosofia como alicerce para o Ensino Contextual de Ciências: Por que não podemos concordar em discordar?. *Revista de Filosofia Aurora*, Curitiba: Editora PUCPRESS, v. 37, e202531545, 2025. DOI: <http://doi.org/10.1590/2965-1557.037.e202531545>.

## Resumo

Neste artigo, parte-se de uma concepção contemporânea de currículo para sugerir a aproximação das aulas de ciências e filosofia no ensino médio. Inicialmente, são identificados alguns alicerces conceituais desenvolvidos em diferentes campos do conhecimento ao longo do século XX, na Filosofia da Ciência, na História da Ciência e na Educação em Ciências. Tais conceitos-chave de referência são reunidos aqui não para representar uma linearidade histórica ou algum tipo de unificação paradigmática, mas como pontos de uma rede cartográfica que baliza uma dada visão de mundo. O tratamento explícito e reflexivo desses conceitos objetiva oferecer subsídios históricos e epistêmicos para o desenvolvimento de práticas interdisciplinares na educação básica sobre aspectos da Natureza da Ciência (NdC). Em defesa do pluralismo metodológico, o texto segue discutindo alguns modelos de NdC e sua repercussão na pesquisa sobre educação em ciências. Considera-se que da conjugação desses conceitos resultam

[a] Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo, e-mail: [eprestes@ib.usp.br](mailto:eprestes@ib.usp.br)

condições ótimas para o ensino contextual de ciências, envolvendo as disciplinas de Filosofia e das Ciências da Natureza, a Biologia, a Física e a Química.

**Palavras-chave:** História da Ciência. Filosofia da Ciência. Educação em Ciências. Natureza da Ciência. Currículo.

## Abstract

*This article starts from a contemporary conception of curriculum to suggest bringing together science and philosophy classes in high school. Initially, some conceptual foundations developed in different fields of knowledge throughout the 20th century are identified, in Philosophy of Science, History of Science and Science Education. Such key reference concepts are brought together here not to represent historical linearity or some type of paradigmatic unification, but as points in a cartographic network that guides a given worldview. The explicit and reflective treatment of these concepts aims to offer historical and epistemic support for the development of interdisciplinary practices in basic education on aspects of the Nature of Science (NOS). In defense of methodological pluralism, the text continues to discuss some NOS models and their impact on research in science education. It is considered that the combination of these concepts results in optimal conditions for the contextual teaching of science, involving the disciplines of Philosophy and Natural Sciences, Biology, Physics and Chemistry.*

**Keywords:** History of Science. Philosophy of Science. Science Education. Nature of science. Curriculum.

---

## Introdução

Hoje, a concepção geral de currículo mais amplamente compartilhada é altamente favorável a uma abordagem contextual das ciências no Ensino Médio. Tomamos por base a aceção de Daniel Tanner e Laurel Tanner:

O currículo é definido como as experiências de aprendizagem planejadas e guiadas e os resultados de aprendizagem não desejados formuladas por meio da reconstrução sistemática do conhecimento e da experiência sob os auspícios da escola para o crescimento contínuo e deliberado da competência pessoal e social do aluno (Tanner & Tanner, 1975, p. 45).

Enquanto os diferentes elementos dessa definição foram discutidos em outro lugar (Prestes, 2024), aqui importa enfatizar a formulação do currículo como uma “reconstrução sistemática do conhecimento e da experiência”, reconstrução essa que implica atenção ao processo de desenvolvimento histórico desse conhecimento, ou seja, do seu contexto. Promovido crescentemente desde os anos 1990, o ensino contextual das ciências suscita que, além dos resultados das ciências, do conhecimento científico “pronto”, o ensino de qualquer ciência aborde os múltiplos fatores envolvidos na construção e validação desse tipo de conhecimento. Tributário de uma sensibilização metacientífica que se operou ao longo de todo o século XX em diferentes campos do conhecimento, como os da Filosofia da Ciência, História da Ciência e Educação em ciências, o modelo de ensino contextual é hoje prevalente em documentos curriculares de diferentes países<sup>1</sup>, particularmente os EUA e Brasil<sup>2</sup>.

Para tanto, será tratado aqui do construto pedagógico “Natureza da Ciência” (NdC), um programa de pesquisa da Educação em Ciências que oferece subsídios para práticas interdisciplinares envolvendo as disciplinas das ciências da natureza, Biologia, Física e Química, e de Filosofia do ensino médio.

O desejo de acomodar alguns elementos de o que agora é comumente chamado de “natureza da ciência” (NdC) tem sido uma característica comum no currículo escolar de ciências, apesar de desafios significativos e mudanças profundas que ocorreram na ciência, filosofia, psicologia e sociedade, desde que a ciência foi escolarizada em meados do século XIX (Jenkins, 2013, p. 132).

---

<sup>1</sup> Em maior ou menor grau, pode-se considerar que o ensino contextual de ciências foi apregoadado em diferentes documentos curriculares, como nos Parâmetros Curriculares Nacionais de 1998, no Currículo do Estado de São Paulo, 2011, na Base Curricular Nacional Comum de 2022. A noção presente nos documentos dos Eua, desde os *Benchmarks for Science Literacy* de 1993 e os *National Science Education Standards* de 1996, o ensino contextual ganhou ainda mais transparência com a inclusão do construto pedagógico Natureza da Ciência (NdC) no *Framework for K-12 Science Education*, de 2007 (DeBoer, 2023).

<sup>2</sup> Faz-se referência aos Estados Unidos devido à sua crescente influência na educação no Brasil, sucedendo e suplantando, gradativamente, a de outros países, como a França, Itália e Alemanha. Desde as primeiras décadas do século XX, foram influentes por aqui as teorias gerais de educação e de psicologia da educação, manifestas entre nós no movimento escola-novista, como será retomado adiante neste artigo. Os EUA também atuaram ativamente na formação de quadros profissionais no Brasil por meio de fomento à criação de ensino e pesquisa médica e biológica, fomentando cursos e laboratórios de Parasitologia médica em São Paulo e diversos outros estados do país nos anos 1940 (Hochman, 2014), de Genética na USP nos anos 1950 (Monte-Sião, 2008 ; 2013), entre outros. Nos anos 1960, foi a vez do ensino de biologia na escola básica ter suporte estadunidense em convênio firmado pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) com a Universidade de Brasília e com a *United States Agency for International Development* (USAID), visando a publicação dos textos, traduzidos e adaptados pelo Instituto, como o *Biological Science Curriculum Study* (BSCS), cuja versão azul teve tradução e adaptação em 1967 pelas professoras Myriam Krasilchik, Nícia Wendel de Magalhães e Norma Maria Cleffi (Selles; Ferreira, 2005).

Alguns dos conceitos-chave influentes para o ensino contextual são tratados nas primeiras seções deste artigo a partir de algumas dessas modificações profundas na ciência, filosofia, psicologia, além da história da ciência e da pedagogia ao longo do século XX. Serão invocadas as vozes de alguns autores expoentes sem pretender que o texto se esgote como mero relato renovado ou ilustrado de posições teóricas. Ao contrário disso, e seguindo Andrew Warwick e David Kaiser no capítulo conclusivo do *Pedagogy and the Practice of Science*, no qual se referiram aos trabalhos de Thomas Kuhn e Michel Foucault, não como suas afiliações teóricas, mas como fontes de movimentos institucionais e tradições intelectuais dos diversos ambientes culturais e políticos que caracterizaram a pedagogia científica na segunda metade do século XX (Warwick; Kaiser, 2005, p. 393). Analogamente, aqui também contam-se com alguns autores icônicos de conceitos-chave como sinalizadores de uma rede ou interface de comunicação entre os estudiosos da história e filosofia da ciência e da educação em ciências. É nesse sentido que, embora cronológico, o relato dos pontos de confluência não tem qualquer pretensão de assumir que houve um percurso linear, muito menos almejar uma tomada de posição doutrinária afiliada a tal ou qual quadro teórico particular. Ao contrário, são tomados como pontos de referência individuais que ocupam lugares reconhecidos dentro de uma visão de mundo, de uma visada ampla que se pode reconhecer como construtivista.

## **Aportes da Educação em Ciências**

O desenvolvimento de teorias de educação foi intenso desde o fim do século XIX e acompanhado de estudos empíricos em diferentes ambientes de aprendizagem. Importante, para a perspectiva que será explorada aqui, foi a emergência e rápida expansão do chamado “construtivismo” e suas mudanças de “chave” sobre o papel do educando, do educador, do currículo e do contexto escolar e histórico-social, entre outros. Sem a pretensão de historiar uma visão abrangente ou buscar um percurso linear e consensual entre autores, importa enfatizar pontos teóricos que contribuíram com o prisma contextualista histórico que se está buscando identificar, a partir de obras de filosofia da educação e psicologia da educação como as de John Dewey (1859-1952), Maria Montessori (1870-1952) e Lev Semionovich Vygotsky (1896-1934).

### **Educação como necessidade da vida social**

Imperioso iniciar com John Dewey, exatamente por explorar pedagogia concebida para além de seus princípios epistêmicos, e conceber, fundamentalmente, uma estrutura tripartite de educação, dada por suas componentes psicológica, social e política. Concebendo o século XIX como tendo atravessado uma veloz, ampla e completa revolução, a revolução industrial, nas quais mudaram radicalmente as condições de vida, “só uma mudança igualmente radical na educação é suficiente” (Dewey, 1899, p. 25).

O seu modelo de sala de aula e de escola, colocado em prática na *University of Chicago Laboratory School*, fazia da *experiência prática colaborativa* um elemento central do trabalho escolar. Na escola, buscava-se engendrar “[...] uma vida comunitária embrionária, ativa, com tipos de ocupações que refletem a vida da sociedade em geral e permeada pelo espírito da arte, da história e da ciência” (Dewey, 1899, p. 44).

Em algumas de suas obras mais difundidas, *The School and Society*, de 1899, e *Democracy of Education*, de 1916, John Dewey elaborou a crítica radical ao ensino pautado exclusivamente na entrega de conhecimentos prontos. A sua crítica ao ensino tradicional parte de duas perspectivas. Por um lado, pela inflexão sociopolítica, enfatizando que o ensino tradicional só preparava os estudantes para o cumprimento

dócil do trabalho autoritário e das estruturas políticas da sociedade (Dewey, 1899). Por outro, pela didática, como adversário contundente das aulas guiadas pela reprodução sistemática de livros didáticos enciclopédicos, em que desfilam quantidades desafiadoras de conceitos e teorias científicas a serem “transmitidas” pelo docente e memorizadas pelos estudantes:

[...] afinal de contas, isto é algo remoto e obscuro [para o estudante] em comparação com o treino da atenção e do julgamento que se adquire ao ter de fazer as coisas com um motivo real por trás e um resultado real à frente (Dewey, 1899, p. 25).

Para ultrapassar os limites cognitivos e sociais dessa forma tradicional de ensinar, que chamamos hoje “aulas expositivas”, a “Nova Educação” proposta por Dewey deve buscar um equilíbrio<sup>3</sup> entre a entrega de conhecimentos e os interesses e experiências dos estudantes.

Nenhuma série de lições objetivas, apresentadas *como* lições objetivas com o objetivo de fornecer informações, pode proporcionar nem a sombra de um substituto para o conhecimento das plantas e animais da fazenda e do jardim, adquirido através da vida real entre eles e do cuidado com eles. [...] Mais uma vez, não podemos ignorar a importância, para fins educativos, do conhecimento próximo e íntimo obtido em primeira mão da natureza, das coisas e dos materiais reais, dos processos reais da sua manipulação e do conhecimento das suas necessidades e utilizações sociais. Em tudo isso houve um treino contínuo de observação, de engenhosidade, de imaginação construtiva, de pensamento lógico e do sentido da realidade adquirido através do contacto direto com as realidades (Dewey, 1899, p. 24).

Daí a inversão radical da ambiência de sala de aula, transformada em um laboratório de “investigação ativa”, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Fotografia da sala de aula experiencial de John Dewey.



Fonte: Online Learning Insights, 2014.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Note-se que Dewey propõe um equilíbrio, e não a supressão do conteúdo conceitual em detrimento dos aspectos processuais e contextuais do conhecimento, como parece ser o caso de algumas pedagogias de inspiração no chamado Programa Forte da Sociologia.

<sup>4</sup> Disponível em: <https://onlinelearninginsights.wordpress.com/2014/09/14/even-in-education-everything-old-is-new-again/106568-004-650d6528-2/>. Acesso em: 23 jan. 2025.

Embora tenha sido alvo de críticos conservadores na década de 1950<sup>5</sup>, a sua filosofia da educação foi largamente influente, retendo conceitos-chave como o de “experiência”, entendida como um modo de existência da natureza e não na oposição dualista natureza *versus* experiência sumarizados aqui entre nós por Anísio Teixeira (Teixeira, 1971, p. 34). Da noção de experiência emerge a sua concepção de educação como necessidade da vida social, numa constante reorganização e reconstrução da experiência direcionadas pelo meio social.

Um dos grandes méritos da teoria de educação de Dewey foi o de restaurar o equilíbrio entre a educação tácita e não formal recebida diretamente da vida, e a educação direta e expressa das escolas, integrando a aprendizagem obtida através de um exercício específico a isto destinado (escola), com a aprendizagem diretamente absorvida nas experiências sociais (vida) (Teixeira, 1971, p. 42).

### **Educação sensorial para a liberdade e amor à natureza**

Maria Montessori é conhecida pelo método educativo que criou e foi adotado em escolas de diversas partes do mundo até hoje, do qual faz parte o conhecido Material Dourado destinado a atividades que auxiliam o ensino e a aprendizagem matemática. Mais relevante aqui é que na base de seu método, Maria Montessori delineou toda uma ciência da educação, como expressa em seu *La escoberta del bambino*, de 1926, em tradução ao português de 1965 com o título *Pedagogia científica: A descoberta da criança*. Junto com o restante de sua produção, essa ciência da educação acabou por compor um dos pilares do movimento da Educação Nova, entendida como abandono momentâneo da cultura formalística, seja a da pedagogia, seja a da psicologia infantil, para que o pesquisador possa, com a mente livre, proceder sem nenhum obstáculo a observação das manifestações espontâneas da criança deixada em plena liberdade e, assim, reconhecer a sua verdadeira psicologia (Montessori, [1926], 1965, p. 26).

O papel do educador na Educação Nova foi, portanto, invertido. No lugar do professor expositor, o educador observador: “No lugar da palavra [ele deve] aprender o silêncio; no lugar de ensinar, ele deve observar; no lugar de se revestir de uma dignidade orgulhosa que quer parecer infalível, se revestir de humildade” (Montessori *apud* Röhrs, 2010, p. 23-24).

Igualmente, a escola passou a ser outra. A preparação dos professores tem que ser “simultânea à transformação da escola” tornada um ambiente desenhado segundo a percepção sensorial das crianças, só assim capaz de permitir “as manifestações espontâneas e da personalidade da criança” (Montessori, [1926], 1965, p. 25). Pois a educação científica dever-se-ia alicerçar, escreveu Montessori, sobre uma ação permanente capaz de modificar os indivíduos (*Id., ibid.*, p. 36).

Acompanha a inflexão no estudo da natureza (Figura 2), dado que:

O amor à natureza, como qualquer outro hábito, cresce e se aperfeiçoa com o exercício: não é com certeza infundido automaticamente, mediante uma exortação pedante feita à criança inerte e presa entre quatro paredes, habituada a ver e ouvir que a crueldade para com os animais é uma necessidade (Montessori, [1926], 1965, p. 69).

---

<sup>5</sup> Dewey chegou mesmo a ser convertido no “no bode expiatório dos ‘fundamentalistas’, preocupados com a queda do nível intelectual nas escolas e pela ameaça que isso representava para uma nação que se encontrava em guerra fria contra o comunismo” (Westbrook, 2010, p. 31) – crítica mimetizada nos anos recentes pela extrema-direita bolsonarista no Brasil e sua guerra contra Paulo Freire.

Figura 2 – O jardim da escola como ambiência para a educação sensorial



Fonte: *psicomotricitando*, 2020<sup>6</sup>.

### ***A origem social dos pensamentos, raciocínio e juízos morais das crianças***

Contrapondo-se ao determinismo biológico, o psicólogo russo Lev Vygotsky criou uma abordagem conceitual complexa e multifacetada das habilidades mentais e cognitivas dos seres humanos. A sua “teoria do desenvolvimento das funções mentais elevadas” ou, como é frequentemente chamada, a “teoria histórico-cultural da mente”, descreve a geração e modelagem das funções mentais em dependência do uso da linguagem e ferramentas, especialmente “ferramentas psicológicas” ou “sinais”, num processo de interação e construção do ambiente cultural e social (Meshcheryakov, 2007, p. 156).

Assim, os escritos de Vygotsky são permeados pelo conceito de “mediação”. A característica marcante da consciência humana é que em vez de atuar de forma direta e não mediada no mundo social e físico, o contato do humano com o mundo é indireto ou mediado por signos. Embora Vygotsky estabeleça a mediação como fato central de sua psicologia, ela aparece em seus textos de modos variados. Os diferentes significados se devem, no entanto, às lentes disciplinares distintas usadas por ele. Assim, segundo a tradição teórica e linguagem social adotada na psicologia, a mediação era tomada como uma questão de estímulos, enquanto segundo a tradição teórica e linguagem social adotada na semiótica, como uma questão de significado (Wertsch, 2007, p. 191).

A mediação também fornece a base para outro dos objetivos teóricos de Vygotsky, nomeadamente, construir uma ligação entre os processos mentais dos indivíduos, por um lado, e os processos sociais e históricos, por outro (Figura 3). “É porque os humanos internalizam formas de mediação fornecidas por forças culturais, históricas e institucionais específicas que o seu funcionamento mental se situa socio-historicamente” (Wertsch, 2007, p. 178).

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.psicomotricitando.com/2020/07/27/metodo-montessori-maria-montessori>. Acesso em 06 abr. 2024.

A internalização pode ser entendida, num certo sentido, como “saber como”. Diz respeito ao domínio das competências necessárias à realização de práticas da vida cotidiana que ocorre por meio da atuação da criança na sociedade. Internalizar é uma apropriação, isto é, um tomar de ferramentas histórico-culturais, sejam as concretas, sejam as da linguagem, e sua adaptação para uso pessoal, podendo gerar uma utilização única. Para além do conhecimento socialmente partilhado da ferramenta, pela noção de internalização abrem-se as portas da criatividade pessoal.

Figura 3 – Vygotsky dirige-se a estudantes numa sala de aula soviética em Tasquente, Uzbequistão, em 1929.



Fonte: Foto do arquivo da família Vygotsky-Kravitsov, conforme escrito na legenda em russo<sup>7</sup>.

## Aportes da História da Ciência

A valorização do ensino contextual da ciência veio também da História da Ciência, campo do conhecimento institucionalizado no início do século XX. Com seu perfil profissional gestado no seio da tradição científica, notadamente das ciências físicas, a História da Ciência passou por vários momentos de inflexão nas décadas seguintes. Pode-se dizer que nos anos 1980 amadureceu a sua renovação historiográfica precisamente pela forte ênfase sobre o contexto histórico em que a ciência opera.

Entre os vários personagens que alavancaram o pensar a ciência como sujeita à temporalidade de sua produção, um primeiro a ser mencionado é Pierre Duhem (1861-1916). O trabalho desse físico, historiador e filósofo da ciência francês desafiou a visão prevalente de ciência no século XIX ao defender que

<sup>7</sup> Disponível em: <https://cosmonautmag.com/2021/11/a-marxist-psychology-of-language-and-representation/>. Acesso em: 04 abr. 2024.

observações e experimentos nada provam, ou, mais precisamente, que o teste de uma hipótese isolada é impossível, pois toda hipótese requer suposições subjacentes ou hipóteses auxiliares, isto é, contexto – não por acaso Duhem destituiu o lugar consagrado pelo clamor baconiano do “experimento crucial”. A ciência em contexto de Duhem é traduzida pela noção de “holismo de confirmação”, tese segundo a qual as hipóteses podem ser testadas apenas como parte de uma rede de suposições interconectadas. Ou seja, por depender da confirmação de um conjunto maior de hipóteses ou de todo um referencial teórico mais amplo, a confirmação de uma hipótese científica é contexto-dependente. Duhem enfatizou ainda que a historicidade das teorias da física é a garantia contra a incoerência:

Se nós nos restringirmos a invocar considerações de lógica pura, não podemos evitar que um físico represente diferentes grupos de leis, ou mesmo um único grupo de leis, por diversas teorias irreconciliáveis. Não podemos criticar a incoerência no desenvolvimento da teoria física (Duhem, 1893, *apud* Ariew, 2022).

As limitações da evidência empírica na determinação da verdade das teorias científicas geraram o que se tornou conhecido como o problema da subdeterminação da teoria pelos dados: muitas vezes existe mais de uma teoria que pode explicar os mesmos dados.

Outra abordagem influente na compreensão de como as teorias científicas são contexto-dependentes é encontrada no trabalho de Alexandre Koyré, como no seu livro *Do mundo fechado ao universo infinito* ([1957], 2001). Filósofo e historiador da ciência russo radicado em Paris, Koyré foi apontado por Thomas Kuhn como o grande propulsor da revolução historiográfica que radicalizou a interação da investigação científica com as visões de mundo mais amplas e respectivos contextos históricos. O afastamento de Koyré do ideal indutivista das ciências na modernidade se deu pela ênfase ao papel das ideias em detrimento dos aportes das observações e experimentos e da técnica e da tecnologia.

Desviando-se também da concepção linear de acumulação estática de conhecimentos, Koyré viu a ciência como um processo altamente dinâmico, produzindo conhecimentos sujeitos a mudança e não verdades absolutas. Atribuindo a relevância dos fatores históricos em moldarem o avanço científico, Koyré, como Thomas Kuhn, reconhecia o papel de figuras históricas e suas contribuições para o desenvolvimento da ciência, recomendando o estudo de cientistas do passado cujos trabalhos originais deviam ser interpretados segundo seu próprio contexto histórico, e não segundo o conhecimento científico posterior.

A notoriedade de Thomas Kuhn na ideia de ciência mais influente em todo o século XX não dispensa que se alinhe aqui a sua mais difundida contribuição. Kuhn também concebe que o desenvolvimento das ciências não se dá pela acumulação gradual de conhecimento e propõe seu modelo de revolução científica como formado por uma série de mudanças de paradigma, ocasionando a substituição de uma teoria ou quadro de referência no lugar do que existia antes (Kuhn, [1962], 1989).

Mais relevante para os interesses deste artigo é o seu conceito de “tensão essencial”, inflexão paradoxal de, por um lado, a atividade de preservação da tradição da ciência normal (alimentada pela necessidade de reconhecimento social e profissional dentro da comunidade de pares) e a atividade de rompimento com essa tradição por ocasião das revoluções científicas (Kuhn, [1977], 1989). Visto de outro ângulo, o avanço científico da ciência normal se dá por atividades convergentes sobre consensos estabelecidos, ajustando teorias e observações existentes. No entanto, um dos efeitos da ciência normal é a constante revisão da própria tradição, ocasionando as substituições revolucionárias de paradigma. Como

ambos os movimentos são necessários para que a ciência avance, o pensamento convergente e o divergente, a tensão essencial reside no equilíbrio dessas duas forças opostas, de um lado, a tradição e estabilidade, de outro, a inovação e mudança.

Kuhn enfatiza ainda uma outra tensão, entre os fatores lógicos e objetivos e os fatores não lógicos e subjetivos sobre os valores operantes tanto no momento de geração inicial de hipóteses e teorias científicas (contexto de descoberta) quanto no de avaliação e confirmação da validade das afirmações científicas (contexto de justificação). Daí que à filosofia da ciência não compete uma atividade normativa sobre o fazer científico, mas ao contrário, um exame de práticas científicas específicas em seus contextos históricos próprios.

Essas perspectivas históricas da ciência, centradas no contexto, destacam a importância de entender as ideias científicas como historicamente determinadas, reconhecendo a influência das figuras históricas e das dinâmicas de mudança de paradigma no desenvolvimento do conhecimento científico.

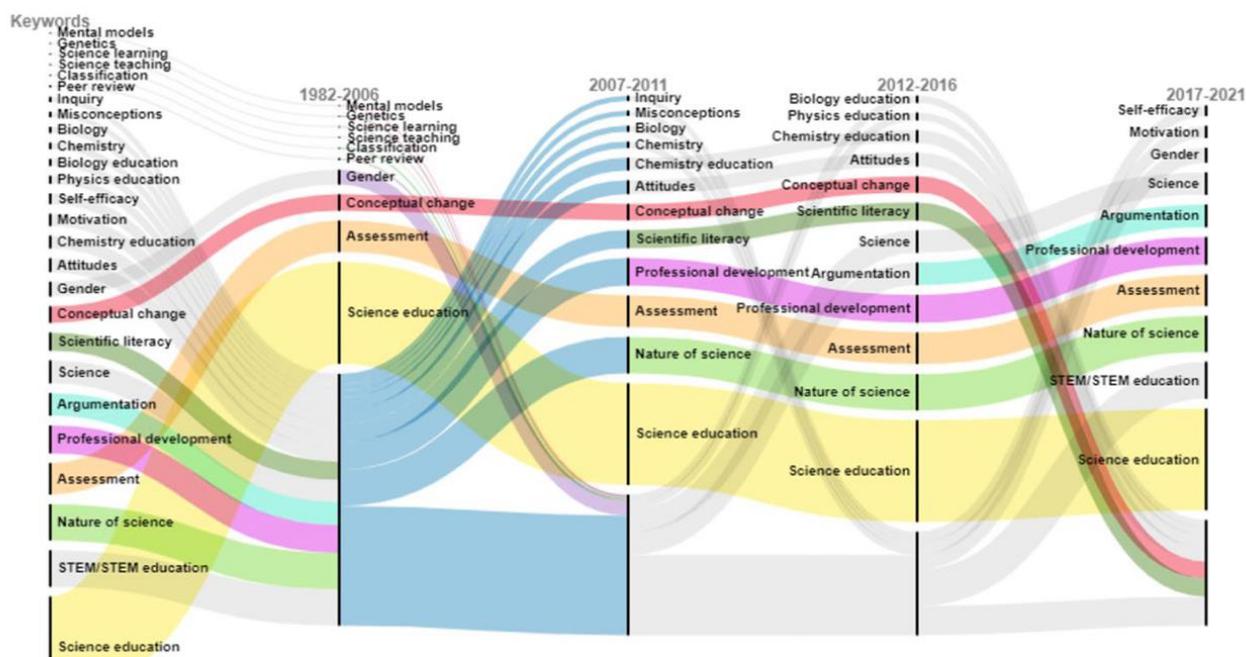
## Aportes da Filosofia da Ciência

A filosofia da ciência é o terceiro campo do conhecimento influente sobre a educação científica do fim do século XX. Trazendo aqui a perspectiva histórica desenhada por Larry Laudan, pode-se dizer que desde o seu florescimento como disciplina, a partir dos anos 1830, até o positivismo lógico dos anos 1930, diferentes filósofos, como, para citar só alguns, William Whewell, John Hershel, August Comte, Ernst Mach, ainda que inclinados à análise da ciência em termos cognitivos, procuravam os modelos de como a ciência deveria ser olhando meticulosamente ao que a ciência efetivamente vinha sendo – ou seja, a história da ciência. Para esses filósofos, o contexto histórico do desenvolvimento da ciência era absolutamente relevante até mesmo para “decidir entre doutrinas filosóficas rivais” (Laudan, 1990, p. 48).

Essa representação histórica da ciência mudou com o positivismo lógico dos anos 1930. Rudolph Carnap, Hans Reichenbach, Carl Hempel, entre outros, elegeram em seu lugar a análise formal lógica como suficiente para uma compreensão adequada do empreendimento científico e dos seus fundamentos. Tal doutrina científica foi então hegemônica até que, durante os anos 1960, um punhado de filósofos da ciência retomou parte da herança dos fundadores da disciplina, especialmente pela relevância que voltaram a atribuir ao contexto histórico da ciência. O interesse pelos processos de mudanças de teorias nucleou obras tão influentes como as do já mencionado Thomas Kuhn, e muitos outros, seja na tradição anglófona, como Norwood Hanson, Paul Feyerabend, Imre Lakatos, Stephen Toulmin, Larry Laudan, como francesa, de Gaston Bachelard, Michel Foucault, Georges Canguilhem, entre outras, como do polonês Ludwik Fleck. Dos desenvolvimentos dessa Filosofia da Ciência, cujo elemento comum é a ênfase no contexto histórico da própria ciência, germinaram as ideias e conceitos incorporados num programa de pesquisa em Educação em Ciências, constituído, desde seu início, nos anos 1950, em torno do construto pedagógico de Natureza da Ciência (NdC) (*Nature of Science*, NOS).

Desde sua emergência, o programa de pesquisa em NdC não parou de crescer e manter centralidade nos artigos de pesquisa em educação em ciências, como mostra a figura 4. Na próxima seção, serão abordados os modelos alternativos mais seguidos.

Figura 4 – Diagrama aluvial das palavras-chave mais frequentes em artigos de pesquisa em educação em ciências.



Fonte: Tosun, 2024, p. 468.

## Natureza da Ciência (NdC)

Embora os educadores de ciências reconheçam as divergências da filosofia da ciência sobre quais aspectos constituem essa tal “natureza” da ciência e divirjam entre si sobre quais desses aspectos são relevantes e necessários para serem introduzidos no ensino de ciências da escola básica, pode-se afirmar que todos convergem pelo distanciamento das concepções “tradicionais” da ciência – leia-se, tanto da tradição empirista da modernidade, quanto da análise formal, lógica, descontextualizada do positivismo lógico<sup>8</sup>. Outro aspecto de comum acordo, especialmente porque embasado em pesquisas empíricas, é a de que a NdC deve ser abordada de modo explícito e reflexivo, ou seja, deve ser incluída entre os conteúdos conceituais do currículo de ciências (Khishf; Abd-El-Khalick, 2002; Hodson, 2009; Duschl; Grandy, 2013).

Uma visão geral desse muito prolífico programa de pesquisa passa pela obra do educador estadunidense Norman G. Lederman. Ao revisar 40 anos da literatura de investigação das concepções de estudantes e professores de biologia e física sobre a natureza da ciência, focalizando no modo como estabelecem, por exemplo, as relações entre causa e efeito e o significado da teleologia, entre outros tópicos, Lederman comparou-as com as concepções de filósofos da ciência renomados: Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Paul Feyerabend, Larry Laudan e Ronald Giere (Lederman, 1992). O distanciamento das

<sup>8</sup> Alexandre Bagdonas e Cibelle C. Silva (2013) compuseram um resumo didático de posições extremas de tendência “positivista” e “construtivista” em torno de questões como realidade, verdade, razão, autoridade, experimento, método, demarcação e valor.

concepções de estudantes e professores e as formulações desses pensadores levou Lederman a advogar por uma renovação necessária da noção de ciência no currículo de ciências. E ele o fez a partir da clara diversidade de visões daqueles filósofos, concluindo que “a natureza da ciência é tão tentativa, senão não mais, que o próprio conhecimento científico” – daí a sua recomendação de que “não se imponha uma visão particular da ciência” nas aulas de ciência, mas que a “comunicação tanto da natureza mutável da ciência, como de suas variadas formas” seja incluída entre os objetivos de ensino e aprendizagem de ciências (Lederman, 1992, p. 352). Como fruto de trabalhos posteriores com diversos colaboradores, Norman Lederman propôs os sete aspectos de NdC que considerava ao mesmo tempo imprescindíveis e suficientes para serem incluídos no ensino de ciências da escola básica. Os sete aspectos de NdC propostos por Lederman são apresentados à seguir conforme síntese recolhida de vários de seus trabalhos individuais e com um de seus colaboradores mais regulares, como Judith Lederman e Fouad Abd-El-Khalick (Lederman, 1986, 1992, 2006, 2007; Lederman; Lederman, 2014; Lederman; Bartos; Lederman, 2014; Lederman; Zeidler; Lederman, 2023 ; Abd-El-Khalick; Lederman, 2023):

- Tentatividade – o conhecimento científico é sujeito a mudanças.
- Criatividade – o conhecimento científico envolve imaginação e criatividade humana para a invenção de explicações e modelos, planejamento experimental etc.
- Observação e inferência – crucialmente distintos, a observação produz afirmações descritivas sobre um fenômeno natural diretamente acessível aos sentidos (ou extensões dos sentidos); a inferência é uma ideia que emerge da evidência e do raciocínio, não é diretamente acessível aos sentidos.
- Subjetividade – o conhecimento científico é carregado de subjetividade porque impregnado de teoria e de um estado mental composto de compromissos, crenças, conhecimentos prévios, treinamento, experiências e expectativas dos cientistas, ora individuais, ora expressa em coletivos. Contrariamente à visão ingênua de que a ciência começa com observações “neutras”, a investigação científica é sempre motivada e guiada por perspectivas teóricas.
- Funções e interrelações de teorias e leis – leis e teoria são diferentes tipos de conhecimento e uma não se transforma na outra (contrariamente à visão ingênua de que as teorias se tornam leis quando são reunidas provas “suficientes” de apoio, ou de que as leis têm um status mais elevado do que as teorias). As leis são afirmações descritivas de fenômenos universais e são apenas parte das teorias, que são explicações inferidas de fenômenos observáveis ou regularidades desses fenômenos. As teorias podem incluir, além de leis, princípios, axiomas, modelos, observações, experimentos, metáforas, analogias etc.
- Determinação social e cultural – como um empreendimento humano, a ciência é praticada no contexto mais amplo da cultura, e seus praticantes são produto desta. Segue-se que a ciência afeta e é afetada pelos vários elementos e esferas da cultura em que está inserida: estrutura social e de poder, política, fatores socioeconômicos, religião, entre outros.
- Base empírica – o conhecimento científico é ao menos parcialmente baseado ou derivado de dados empíricos.

Abd-El-Khalick acentua ainda a necessidade de combater o mito do “método científico”.

Este mito manifesta-se muitas vezes na crença de que existe uma série de etapas semelhante a uma receita que caracteriza toda a prática científica. Essa noção é errada: não existe um “Método Científico” único que garanta o desenvolvimento de um conhecimento infalível. Os cientistas observam, comparam, medem, testam, especulam, levantam hipóteses, debatem, criam ideias e ferramentas conceituais e constroem teorias e explicações. No entanto, não existe uma sequência única de atividades (práticas, conceituais ou lógicas) que os levará infalivelmente a afirmações válidas, muito menos a conhecimentos “certos” (Abd-El-Khalick; Lederman, 2023, p. 856).

Também partindo de análise empírica, dessa feita, de documentos oficiais de ensino de ciências naturais dos Estados Unidos, Austrália, Inglaterra, Nova Zelândia e Canadá, William McComas mapeou 15 questões que descreveu como “mitos da ciência” que “não representam todas as questões importantes que os professores devem considerar ao planejar o ensino relativo à natureza da ciência, mas podem servir como pontos de partida” para promover as mudanças almejadas (Quadro 1).

Quadro 1 – Mitos da ciência a serem combatidos no ensino de Ciências

Mito 1	hipóteses se tornam teorias que por sua vez se tornam leis
Mito 2	leis científicas e outras ideias como essa são absolutas
Mito 3	uma hipótese é um palpite fundamentado
Mito 4	existe um método científico geral e universal
Mito 5	evidência acumulada cuidadosamente resultará em conhecimento seguro
Mito 6	a ciência e seus métodos fornecem prova absoluta
Mito 7	a ciência é procedimental, mas que criativa
Mito 8	a ciência e seus métodos podem responder todas as questões
Mito 9	os cientistas são particularmente objetivos
Mito 10	os experimentos são a via principal para o conhecimento científico
Mito 11	as conclusões científicas são revistas para precisão
Mito 12	a aceitação de conhecimento científico novo é direta e rápida
Mito 13	os modelos da ciência representam a realidade
Mito 14	ciência e tecnologia são idênticas
Mito 15	a ciência é uma atividade solitária

Fonte: McComas, 2002, p. 53 (tradução nossa).

William McComas também ofereceu sua lista de aspectos de NdC para inclusão no currículo de ciências, nove no total, reunidos em três grupos (McComas, 2020, p. 40):

1. ferramentas, processos e produtos da ciência:
  - 1.1. a importância da evidência;
  - 1.2. leis e teorias são relacionadas mas distintas;
  - 1.3. métodos compartilhados;
2. o domínio da ciência e suas limitações:
  - 2.4. a ciência é distinta da engenharia e tecnologia;
  - 2.5. a ciência é tentativa, durável e autocorretora;
  - 2.6. a ciência possui limites;
3. aspectos humanos da ciência:
  - 3.7. a criatividade está em todo o lugar na ciência;
  - 3.8. subjetividade e vies estão presentes na ciência;
  - 3.9. a sociedade e a cultura interagem com a ciência e vice-versa.

Simultaneamente, diversos estudos da educação em ciências seguiram outra via, aprofundando o enfoque dos aspectos sociais, contextuais e, portanto, da ciência. Majoritariamente de cunho teórico, esses trabalhos declararam uma reação ao que passaram a chamar de “visão consensual” da ciência daqueles primeiros autores, tomados como excessivamente tímidos em suplantar o âmbito epistêmico e cognitivo do fazer científico (Rudolph, 2000; Clough, 2006, 2007; Irzik; Nola, 2011; Allchin, 2011, 2013, 2017; Matthews, 2012; Rodge; Howe, 2013; Erduran; Dagher, 2014; Martins, 2015a; 2015b).

Tal reação gerou proposição de modelos mais abrangentes de ciência, caracterizados por almejavam conjuntos mais equitativos das dimensões social e epistêmica, como a de Michael Matthews (2012). Partindo dos *Lederman seven* (os sete aspectos de Lederman), Matthews amplia a lista e considerando importante desviar da noção essencialista subjacente ao termo “natureza”, propõe renomear o construto como *Features of Science* (FOS), Características da Ciência. Sua proposta elenca 18 características (Quadro 2).

Quadro 2 – Características da ciência para serem trabalhadas no ensino de ciências, segundo Michael Matthews

- |   |
|---|
| 1-7. The “Lederman seven”               |
| 8. Experimentação                       |
| 9. Idealização                          |
| 10. Modelos                             |
| 11. Valores e questões sociocientíficas |
| 12. Matematização                       |
| 13. Tecnologia                          |
| 14. Explicação                          |
| 15. Visões de mundo e Religião          |
| 16. Escolha teórica e racionalidade     |
| 17. Feminismo                           |
| 18. Realismo e Construtivismo           |

Fonte: Matthews, 2012, pp. 18-20 (tradução nossa).

Outros dois modelos alternativos foram, contudo, bastante mais influentes na literatura de pesquisa em educação científica da última década. Um deles é o de “ciência integral” (*Whole Science*) proposto por Douglas

Allchin, como metáfora de alimento integral, que “não exclui ingredientes essenciais” (Allchin, 2013, p. 25) (Allchin, 2011, 2013, 2017). Também desviando-se de uma visão essencialista e normativa, Allchin enfatiza que, no âmbito educacional, o mais fundamental é tratar da confiabilidade da ciência. O seu inventário de confiabilidade na ciência é composto de três perspectivas delineadoras de 10 dimensões e 41 aspectos, aqui traduzidos de Allchin:

Quadro 3 – Inventário da confiabilidade da ciência, segundo Douglas Allchin.

Perspectiva	Dimensões	Aspectos
Observacional	Observações e medidas	precisão; papel do estudo sistemático ( <i>versus</i> anedota); completude de evidência; robustez (acordo entre diferentes tipos de dados);
	Experimentos	controle experimental (uma variável); estudos cegos e duplo-cegos; análise estatística de erro; replicação e tamanho amostral;
	Instrumentos	Novos instrumentos e sua validação; modelos e organismos-modelos; ética da experimentação com sujeitos humanos;
Conceitual	Padrões de raciocínio	relevância evidencial (empirismo); informação verificável <i>versus</i> valores; papel da probabilidade na inferência; explicações alternativas; correlação <i>versus</i> causalidade;
	Dimensões históricas	consistência com evidência estabelecida; papel da analogia, pensamento interdisciplinar; mudança conceitual; erro e incerteza; papel da imaginação e síntese criativa;
	Dimensões humanas	espectro das motivações para fazer ciência; espectro das personalidades humanas; confirmação viés/papel de crenças prévias; percepções de risco emocional <i>versus</i> baseado em evidência;
Sociocultural	Institucionais	colaboração e competição entre cientistas; formas de persuasão; credibilidade; revisão por pares e resposta às críticas; resolução de desacordos; liberdade acadêmica;
	Vieses	papel das crenças culturais (ideologia, religião, nacionalidade etc.); papel do viés de gênero; papel do viés de raça ou classe;
	Economia/fomento	fontes de financiamento; conflito de interesse pessoal;
	Comunicação	normas para lidar com dados científicos; natureza dos gráficos; credibilidade de vários periódicos científicos e mídia jornalística; fraude ou outras formas de conduta indevida; responsabilidade social dos cientistas.

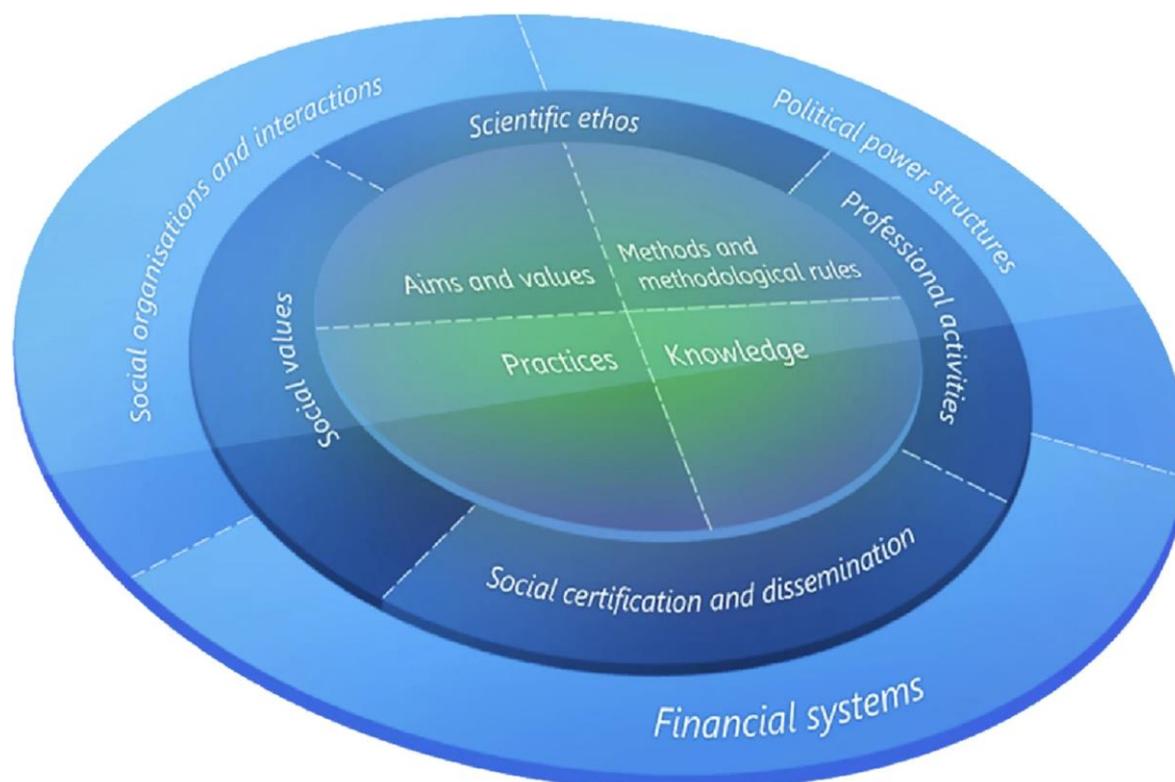
Fonte: Allchin, 2013, p. 24 (tradução nossa).

O outro modelo que tem recebido maior atenção pela literatura da área é a Abordagem de Semelhança de Família (*Family Resemblance Approach*, FRA) de Gurol Irzik e Robert Nola (2011, 2023). No FRA, visibilizado na pesquisa educacional em grande parte devido à promoção efetuada por Sibel Erduran e Zoubeida R. Dagher (Erduran; Dagher, 2014 ; Dagher; Erduran, 2023), toma-se a ciência como um

sistema cognitivo ao mesmo tempo em que uma instituição social. “Esses dois componentes da ciência são distinguíveis, mas inseparáveis”, sendo “ambos necessários para uma imagem abrangente da ciência”, como esclarecem os dois autores ao revisitarem a sua proposta (Irzik; Nola, 2023, p. 1229). A esse pilar, o modelo de ciência de Irzik e Nola soma um segundo, o de que os dois componentes (o cognitivo e o social) são detalhados por subconjuntos de categorias e características, e um terceiro pilar, de origem em Wittgenstein, de que as similaridades e diferenças entre as ciências são similares àquelas encontradas entre os membros de uma família. As tentativas quase sempre infrutíferas de definir a ciência em termos de condições necessárias e suficientes, não impedem contudo, afirmam os autores, o reconhecimento de algumas características nucleares compartilhadas por todas as disciplinas científicas, tais como coleta de dados, fazer inferências e prover explicações (id., ibid., p. 1231) – reconhecimento esse que não deixa de ser curioso, já que eles engrossavam as fileiras da crítica à visão consensual.

A literatura da área de pesquisa em Educação em Ciências no Brasil faz uso intensivo da roda ASF ou FRA, da sigla em inglês (Figura 5). Tratado como um modelo holístico, a roda FRA, adaptada por Erduran e Dagher (2014), possui aros que giram independentemente e em sentido duplo. A mais externa contém as componentes: Organizações sociais e interações, Estruturas de poder político; Sistemas de financiamento. A segunda, o Ethos científico; Atividades profissionais; Valores sociais; Certificação social e disseminação. No núcleo da roda, as Práticas, Objetivos e valores; Métodos e regras metodológicas; Conhecimento.

Figura 5 – A roda FRA representando a ciência como um sistema cognitivo-epistêmico e socioinstitucional.



Fonte: Erduran & Dagher, 2014, p. 28.

Todo esse esforço teórico esteve, desde os 1990, intimamente associado às práticas de ensino, assim como à pesquisa em ensino de ciências. *Handbooks* foram publicados, identificando o promissor programa de pesquisa em NdC (como os aqui já citados Lederman, 2007; Lederman; Abell, 2014; Matthews, 2014; Lederman; Zeidler; Lederman, 2023). Para além da discussão conceitual, houve amplo desenvolvimento das metodologias que desde 1990 subsidiaram a muito ampla pesquisa empírica voltada a diferentes frentes de investigação junto a diferentes públicos, como criação, validação e aplicação de questionários para avaliação de NdC, estudos descritivos de concepções de NOS, estudos de intervenção para melhoria das concepções de NdC e impacto de ensino de NdC e análise de currículo, livros didáticos e fontes de NdC (figura 6).

A comunidade brasileira de Educação em Ciências interessada na abordagem da história, filosofia e sociologia da ciência (HFSC) no ensino acompanhou a literatura internacional, seja produzindo relatos críticos de seus desdobramentos, seja tomando posição sobre caminhos promissores (Bagdonas; Silva, 2013; Martins, 2015; Rozentaliski, 2018, entre outros).

Paralelamente, na tradição de pesquisa educacional de autores de língua castelhana e portuguesa, um trabalho muito influente na pesquisa da abordagem de HFSC na educação em ciências no Brasil é “Para uma imagem não deformada do trabalho científico” de Daniel Gil-Pérez e colaboradores (2001). Além da clareza didática e acurácia epistêmica do texto, é possível apontar para o caráter formador que ele possui, na medida em que recolhe e explica posições de ciência encontradas em análise de dezenas de artigos publicados de 1984 a 1998 em livros, *handbooks* e periódicos de educação em Ciências.

Figura 6 – Quatro categorias de estudos de NdC de 2013 a 2020

*Teaching, Learning, and Assessment of Nature of Science*

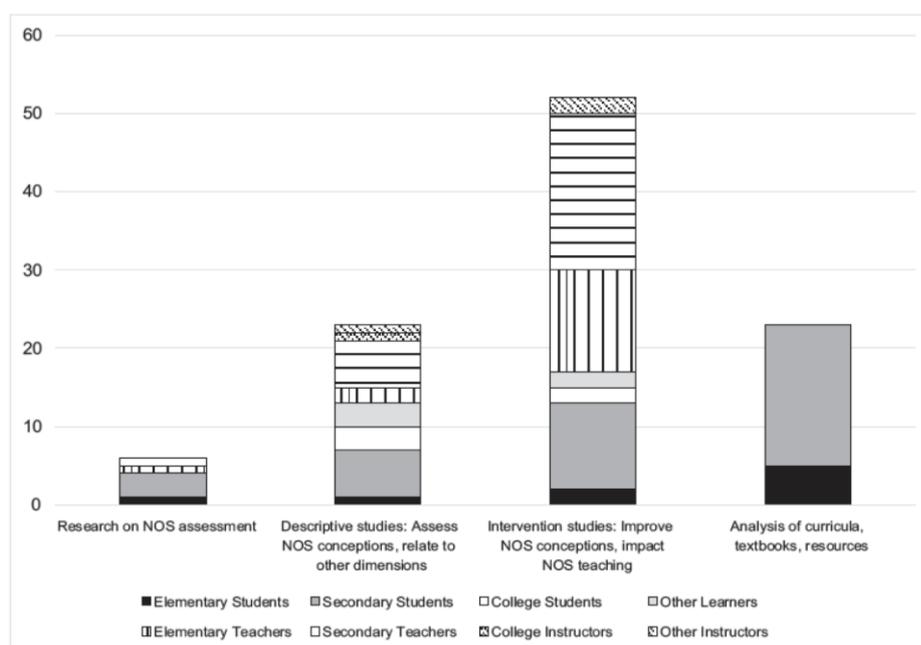


Figure 27.1 Four categories of NOS studies by percent of all studies coded by major aim, participants, and educational level or context (2013–2020).

Fonte: Abd-El-Khalick & Lederman, 2023, p. 857.

As diferentes posições, variando, de um lado, do indutivismo moderno e positivismo lógico, traduzidos num cientificismo reducionista, e, de outro, de posições extremas do relativismo científico, serviram para os autores oferecerem uma lista, repetindo, bastante didática, de o que chamaram visões “deformadas” da ciência, conforme mostra o Quadro 4. Para não usar um juízo de valor, essas visões são chamadas aqui de visões não informadas ou não fundamentadas pelo *mainstream* da Filosofia da Ciência da segunda metade do século XX.

Quadro 4 – Visões não fundamentadas de ciência, segundo o *mainstream* da Filosofia da Ciência da segunda metade do século XX

As sete visões “deformadas”, segundo Gil-Pérez <i>et al.</i> , 2001	Descrição resumida de cada visão
1. Concepção empírico-indutivista e ateorica da ciência	Enfatiza o papel neutro da observação e da experimentação, desprezando os quadros teóricos de referência.
2. Visão rígida da ciência	Realça o papel do método científico único, como um conjunto de etapas a serem seguidas mecanicamente e que serve de demarcação entre o que é, e não é, ciência. Ignora a diversidade metodológica e epistêmica das diferentes ciências, tanto das Humanidades como das Ciências da Natureza e Exatas.
3. Visão aproblemática e a-histórica da ciência	Traduz o ensino numa retórica de conclusões, de transmissão de conhecimentos prontos, acabados, isto é, fechados ou dogmáticos. Não discute a construção dos conhecimentos, com seus obstáculos e erros, nem os seus limites e valores.
4. Visão exclusivamente analítica da ciência	Reflete a divisão disciplinar das ciências, ignorando que a construção de corpos coerentes de conhecimento em teorias unificadoras, ou seja, em sínteses como a newtoniana ou a neo-darwinista, é um processo complexo e sujeito a mudanças.
5. Visão meramente acumulativa e de crescimento linear dos conhecimentos científicos	Focaliza o desenvolvimento científico como fruto de um crescimento linear, puramente acumulativo. Ignora as crises e as remodelações profundas, que não se moldam por nenhum modelo pré-definido.
6. Visão individualista e elitista da ciência	Reduz o trabalho científico a obras de gênios isolados, pertencentes a determinadas classes e gênero (homens, brancos, do hemisfério norte). Ignora o papel coletivo e colaborativo do fazer científico. Por vezes, encontra-se essa visão com sinal trocado, considerando o fazer científico como algo simples e bem próximo do senso comum.
7. Visão descontextualizada e socialmente neutra do trabalho científico	Toma a ciência como atividade exclusivamente intelectual, de âmbito teórico e experimental, com a imagem de cientista numa torre de marfim. Ignora que a ciência determina e é determinada pelo contexto histórico e cultural.

Fonte: Resumo de Gil-Pérez *et al.*, 2001, pp. 129-134, e Bagdonas e Silva, 2013, p. 215.

A essas questões, Bagdonas e Silva reuniram outras duas coletadas da literatura, aqui descritas no Quadro 5.

Quadro 5 – Visões inadequadas de ciência, segundo o *mainstream* da Filosofia da Ciência da segunda metade do século XX

8. Visão precária de conceitos epistemológicos	Ignora abordagem explícita e reflexiva de termos metacientíficos como “fato”, “evidência”, “observação”, “experiência”, “experimentação”, “modelos”, “leis”, “teorias”, “princípios” etc., bem como suas interrelações (Teixeira; Freire Júnior; El-Hani, 2009, p. 531).
9. Visão rígida da ciência	Advoga uma visão de “absolutismo epistemológico” como referido por Stephen Toulmin para a crença na infabilidade do método científico e na veracidade absoluta e superioridade do conhecimento científico [aquilo que Ubiratan d’Ambrosio chamava de “fundamentalismo epistemológico”] (Harres, 1999, p. 200).

Fonte: Adaptado de Bagdonas e Silva, 2013, p. 215.

## Considerações finais

A diversidade de temas expostos acima e a vitalidade da pesquisa e do ensino explícito e reflexivo sobre a Natureza da Ciência abre um vasto potencial de interação entre professores-pesquisadores das disciplinas de filosofia e das ciências naturais da escola básica. Neste artigo, foram articulados alguns conceitos-chave profundamente modificados pelas teorias educacionais e pesquisas de história da ciência, filosofia da ciência e educação em ciências ao longo do século XX, conformando o *locus* e o tempo privilegiados para a emergência de modelos alternativos, condizentes com o ideal de pluralismo metodológico, do ensino contextual de ciências por meio de abordagem explícita e reflexiva de Natureza da Ciência. Afinal, como argumentou Kampourakis, tão importante quanto descrever o que é a ciência, como ela é feita e como ela se distingue de outras atividades humanas,

[...] o que deveria ser um objetivo central do ensino da NOS, é como abordar eficazmente as concepções de ciência dos alunos, que decorrem de imagens impostas pela cultura, pelos meios de comunicação e outras representações sociais da ciência (Kampourakis, 2016, p. 2).

## Referências

- ABD-EL-KHALICK, Fouad; LEDERMAN, Norman G. Research on Teaching, Learning, and Assessment of Nature of Science. In: LEDERMAN, Norman G.; ZEIDLER, Dana L.; LEDERMAN, Judith S. (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*, Volume III. New York: Routledge, 2023. pp. 850-898.
- ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (Whole) Science. *Science Education*, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.
- ALLCHIN, Douglas. *Teaching the nature of science: perspectives & resources*. Saint Paul (MN): SHiPS Education Press, 2013.
- ALLCHIN, Douglas. Beyond the Consensus View: Whole Science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, v. 17, n. 1, p. 18-26, 2017.
- ARIEW, Roger, "Pierre Duhem", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2022 Edition), Edward N. Zalta (ed.). Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2022/entries/duhem/>. Acesso em: 23 jan. 2025.
- BAGDONAS, Alexandre; SILVA, Cibelle C. Controvérsias sobre a Natureza da Ciência na Educação Científica. In: SILVA, Cibelle C.; PRESTES, Maria Elice B. *Aprendendo ciência e sobre sua natureza: Abordagens históricas e filosóficas*. São Carlos: Tipographia, 2013. pp. 213-223.
- CLOUGH, Michael P. Learners' responses to the demands of conceptual change: considerations for effective nature of science instruction. *Science & Education*, v. 15, n. 5, p. 463-494, 2006.
- CLOUGH, Michael P. Teaching the nature of science to secondary and post-secondary students: questions rather than tenets. *The Pantaneto Forum*, v. 25, 2007.
- DAGHER, Zoubeida R.; ERDURAN, Sibel. To FRA or not to FRA: What is the question for science education? *Science & Education*, v. 32, p. 1247-1264, 2023.
- DeBOER, George E. The use of content standards for curriculum reform in the United States: A Historical Analysis. In: LEDERMAN, Norman G.; ZEIDLER, Dana L.; LEDERMAN, Judith S. (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*, Volume III. New York: Routledge, 2023.
- DEWEY, John. *The School and Society: Being Three Lectures*. Chicago: The University of Chicago Press, 1899.
- DUSCHL, Richard A.; GRANDY, Richard. Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science & Education*, v. 22, p. 2109-2139, 2013.
- ERDURAN, Sibel; DAGHER, Zoubeida R. *Reconceptualizing the nature of science for science education*. Dordrecht: Springer, 2014.
- GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel F.; ALÍS, Jaime C.; CACHAPUZ, Antonio; PRAIA, João. Para uma imagem não-deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- HARRES, João B. S. Uma revisão da pesquisa nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999.

- HOCHMAN, Gilberto. Vigiar e, depois de 1964, punir: sobre Samuel Pessoa e o departamento vermelho da USP. *Ciência & Cultura*, v. 66, n. 4, p. 26-31, 2014.
- HODSON, Derek. Making NOS Teaching Explicit and Reflective. In: HODSON, Derek. *Teaching and Learning about Science: Language, Theories, Methods, History, Traditions and Values*. Rotterdam: Sense, 2009.
- IRZIK, Gürol; NOLA, Robert. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science of Science Education. *Science & Education*, v. 20, n. 7-8, p. 591-607, 2011.
- IRZIK, Gürol; NOLA, Robert. Revisiting the Foundations of the Family Resemblance Approach of Nature of Science: Some New Ideas. *Science & Education*, v. 32, p. 1227-1245, 2023.
- JENKINS, Edgar W. The 'nature of science' in the school curriculum: the great survivor. *Journal of Curriculum Studies*, v. 45, n. 2, p. 132-151, 2013.
- KAMPOURAKIS, Kostas. (The) Nature(s) of Science(s) and (the) Scientific Method(s). *Science & Education*, v. 25, p. 1-2, 2016.
- KHISHFE, Rola; ABD-EL-KHALICK, Fouad. Influence of Explicit and Reflexive versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Sithh-Graderes' Views on Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 39, n. 7, p. 551-578, 2002.
- KOYRÉ, Alexandre. *Do mundo fechado ao universo infinito*. [1957]. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001.
- KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. [1962]. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1989.
- KUHN, Thomas S. *A tensão essencial*. [1977]. Lisboa: Edições 70, 1989.
- LAUDAN, Larry. The History of Science and the Philosophy of Science. In: OLBY, Robert; CANTOR, Gregor; CHRISTIE, Jonathan; HODGE, Jonathan. *Companion to the History of Modern Science*. London: Routledge, 1990. pp. 47-59.
- LEDERMAN, Norman G. Students' and Teachers' Understanding of the Nature of Science: A Reassessment. *School Science and Mathematics*, v. 86, n. 2, p. 91-99, 1986.
- LEDERMAN, Norman G. Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.
- LEDERMAN, Norman G. Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In: FLICK, Lawrence B.; LEDERMAN, Norman G. (Eds.). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Dordrecht: Springer, 2006. pp. 301-317.
- LEDERMAN, Norman G. Nature of Science: Past, Present, and Future. In: ABELL, Sandra K.; LEDERMAN, Norman G. (orgs.). *International Handbook of Science Education*, New York: Routledge, 2007. pp. 831-879.

- LEDERMAN, Norman G.; BARTOS, S. A.; LEDERMAN, Judith S. The development, use, and interpretation of Nature of Science assessments. In: MATTHEWS, Michael R. (Ed.). *International Handbook of Research in History, Philosophy, and Science Teaching*. Dordrecht: Springer, 2014. pp. 971-997.
- LEDERMAN, Norman G.; LEDERMAN, Judith S. Research on Teaching and Learning of Nature of Science. In: LEDERMAN, Norman G.; ABELL, Sandra K. (eds.). *Handbook of Research on Science Education*, volume II. New York: Routledge, 2014. pp. 600-620.
- MARTINS, André F. P. Knowledge about science in science education research from the perspective of Ludwik Fleck's epistemology. *Research in Science Education*, 2015 (a).
- MARTINS, André F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: Uma proposta baseada em "temas" e "questões". *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015 (b).
- McCOMAS, William F. (Ed.). *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. New York: Kluwer, 2002.
- McCOMAS, William F. (ed.). *Nature of Science in Science Instruction: Rationales and Strategies*. Dordrecht: Springer, 2020.
- MATTHEWS, Michael. Changing the Focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). KHINE, Myint Swe (ed.). *Advances in nature of science research: concepts and methodologies*. Dordrecht: Springer, 2012. pp. 3-26.
- MESHCHERYAKOV, Boris G. Terminology in L. S. Vygotsky's Writings. In: DANIELS, Harry; COLE, Michael; WERTSCH, James V. *The Cambridge Companion to Vygotsky*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. pp. 155-177.
- MONTE SIÃO, José Franco. As publicações conjuntas de Dobzhansky e brasileiros sobre genética das populações de *Drosophila* (1943-1960) e as causas de seu decréscimo. *Filosofia e História da Biologia*, v. 3, p. 195-211, 2008.
- MONTE SIÃO, José Franco. *Os estudos com drosófilas no Instituto de Biociências da USP nas décadas de 1940 e 1950: entrevistas com docentes*. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação Interunidades de Ensino de Ciências da USP.
- MONTESORI, Maria. *Pedagogia científica: a descoberta da criança*. [1926]. Tradução de Aury Azelio Brunetti. São Paulo: Flamboyant, 1965.
- PRESTES, Maria Elice B. As teorias da Biologia como eixos norteadores do currículo. Pp. 95-107, in: ALMEIDA, José Ricardo L.; RAMUNNO, Franco; LEIGUE, Lucianne; ZAMBRANA, Carolina. *Currículo e Contexto: Aproximações*. São Paulo: Harbra/Colégio Bandeirantes, 2024.
- RÖHRS, Herman. *Maria Montessori*. Organização e tradução Danilo Di Manno de Almeida e Maria Leila Alves. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.
- ROZENTALSKI, Evandro F. *Indo além da Natureza da Ciência: O filosofar sobre a Química por meio da Ética Química*. São Paulo, 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação

Interunidades em Ensino de Ciências do Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

RUDGE, David W.; HOWE, Eric M. Whither the VNOS? Pp. 225-234, in SILVA, Cibelle C.; PRESTES, Maria Elice B. *Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas*. São Paulo: Tipopraphia, 2013.

RUDOLPH, John L. Reconsidering the “nature of science” as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, v. 32, n. 3, p. 403-419, 2000.

SELLES, Sandra E.; FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra E.; FERREIRA, M. S.; AMORIM, Antonio Carlos R. (Orgs). *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói: EDUFF, 2005. Pp. 50-62.

TANNER, Daniel; TANNER, Laurel. *Curriculum Development*. New York: Macmillan, 1975.

TEIXEIRA, Anísio. A pedagogia de Dewey. In: DEWEY, J. *Vida e educação*. 7 ed. São Paulo: Melhoramentos, 1971. pp. 13-41.

TEIXEIRA, Elder S.; FREIRE JÚNIOR, Olival; EL-HANI, Charbel N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. *Ciência & Educação*, v. 15, p. 529-556, 2009.

TOSUN, Cemal. Analysis of the Last 40 Years of Science Education Research via Bibliometric Methods. *Science & Education*, v. 33, p. 451-480, 2024.

WARWICK, Andrew; KAISER, David. Conclusion: Kuhn, Foucault, and the Power of Pedagogy. In: KAISER, David (Ed.). *Pedagogy and the Practice of Science: Historical and Contemporary Perspectives*. Cambridge: The MIT Press, 2005. pp. 393-409.

WERTSCH, James V. Mediation. In: DANIELS, Harry; COLE, Michael; WERTSCH, James V. *The Cambridge Companion to Vygotsky*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. pp. 178-192.

---

RECEBIDO: 06/05/2024  
APROVADO: 04/11/2024  
PUBLICADO: 07/02/2025

RECEIVED: 05/06/2024  
APPROVED: 11/04/2024  
PUBLISHED: 02/07/2025