

*Hermes de Oliveira Machado Filho
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba
hermes@ifpb.edu.br*

*Pedro Roberto Pontes Santos
Universidade Federal da Paraíba
pedropontes@dbm.ufpb.br*

Transições epistemológicas do Naturalismo do final do século XVIII à educação em ciências naturais nos dias atuais

Resumo:

Este trabalho apresenta formas de reaproximar o ensino da história e da filosofia nas aulas de ciências da natureza, a partir da problematização da transição da abordagem fixista para a abordagem transformista no naturalismo europeu da fronteira dos séculos XVIII e XIX. São apresentadas cinco técnicas didáticas que podem ser implementadas em sala de aula no ensino médio ou no ensino superior, haja vista que o processo de alfabetização científica é contínuo e deve atravessar todos os níveis de ensino. Ao final do trabalho, se discute o contexto atual se realmente devemos ensinar história e filosofia da ciência no contexto escolar.

Palavras-chave: biologia. currículo. ensino. filosofia da ciência. história da ciência

Abstract

This work presents ways of bringing together the teaching of history and philosophy in natural science classes, by problematizing the transition from the fixist approach to the transformist approach in European naturalism at the border of the 18th and 19th centuries. Five teaching techniques are presented that can be implemented in the

classroom in high school or higher education, given that the process of scientific literacy is continuous and must cross all levels of education. At the end of the work, the current context is discussed and whether we should really teach history and philosophy of science in the school context.

Keywords: biology. curriculum. learning. philosophy of science. history of Science.

1. Contextualização prévia

A abordagem da História e Filosofia da Ciência (HFC) propõe que o aprendizado das ciências venha acompanhado com o aprendizado sobre as ciências, ou seja, sobre a sua própria natureza histórica e epistemológica. Nessa abordagem, o ensino das Ciências da Natureza, por exemplo, passaria a unificar o integralismo científico (fatos, teorias e conceitos próprios) à exterioridade cultural (mentalidade, valores, sociedade), conforme Severino (2015). Nessa perspectiva, além de minimizar os possíveis reducionismos que tendem estar presentes na construção de um saber científico (BICUDO; TEIXEIRA, 2022), possibilita que estudantes em formação na área das ciências naturais aprendam conteúdos científicos, e reflitam sobre as próprias ciências produzidas e suas consequências para a sociedade ao longo do tempo (HANSEN, 2002).

Para tanto, é preciso identificar elementos desses reducionismos, que contribuem para a deficiência em se pensar e entender Ciência de forma global (MEDEIROS; BORGES, 2007; HIDALGO; LORENCINI-JÚNIOR, 2016), tais como: a) a descontextualização ontológica (qual o significado e o valor de um conhecimento); b) o marco epistemológico (como determinado conceito foi construído e se destacou diante de outros); e c) o referencial humano (citação das fontes e nomeação daqueles que contribuíram numa construção teórica).

A partir desse entendimento, é possível que o ensino e a aprendizagem da Ciência partam de uma prática tradicional (memorização e repetição) para uma alfabetização científica (aplicada, crítica e humanizada) propriamente dita. Logo, o ensino das ciências naturais sairia de um arcabouço teórico distante, reforçado por cientistas quase míticos e estereotipados, para um cenário de democratização do saber e de rede de interação entre cientistas reais e que estão em um mesmo nível de importância e igualdade (DELIZOICOV, 2007).

Essa prática de inserção de HFC é uma recomendação internacional, a partir do debate de diversas sociedades científicas pelo mundo, como, por exemplo, a Associação Americana para o Avanço da Ciência (1990, 1993), que reverberou em práticas governamentais de reforma curricular, como presente nos textos do National Curriculum Council (NCC, 1988), do National Research Council (1996), citados por Ritchie (1996), e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000) e da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) no Brasil. Apesar de parecer uma decisão internacional aparentemente recente, desde o final da segunda grande guerra mundial, tem sido debatida a necessidade de que o labor científico caminhe ao lado das questões históricas e filosóficas (principalmente das

questões éticas), para formar cientistas conscientes de valores, como forma de evitar abusos do conhecimento científico e de sua própria prática (HANSEN, 2002).

Um outro destaque importante é que ensinar HFC não é consolidar uma disciplina de HFC dentro das aulas de ciências naturais, mas formar um educador com aptidão a trabalhar os recortes históricos e o enredo filosófico presente nos temas trabalhados em sala de aula. É o mesmo em se pensar se seria coerente um professor de artes desconhecer a mentalidade que permeava os períodos artísticos de cada época; logo, porque é “natural” um professor de ciências que conhece bem suas próprias teorias, leis, modelos, fatos, causas, explicações, hipóteses, objetivos, métodos, técnicas, mas nenhum conhecimento sobre cultura, história e filosofia por trás de sua disciplina para, principalmente, questionar suas verdades?

O professor de ciências naturais precisa ser capaz de integrar diferentes conhecimentos, ainda que estejam dispersos pela onda de fragmentação que constitui a formação universitária nas instituições de ensino superior (MORIN, 2003). Logo, está na formação inicial do professor de ciências naturais, a possibilidade de se desenvolver essa aptidão do contexto de HFC nos indivíduos que estão em um momento de transição entre o ser aluno e o ser professor (HIDALGO; LORENCINI-JÚNIOR, 2016).

Neste sentido, vamos explorar alguns conceitos de HFC a seguir, relacionando ao tema principal deste manuscrito, que é retratar um contexto histórico de fronteira no Naturismo dos séculos XVIII e XIX. Neste enfoque, nossa preocupação é retratar a mentalidade e os dilemas epistemológicos que permeavam esse cenário do embate entre fixismo versus transformismo (pré-darwiniano) e sugerir alguns apontamentos para contextualizar esses temas em sala de aula.

2. Um pouco de filosofia para se entender a ciência

Até a publicação da obra “A Estrutura das Revoluções Científicas” (Kuhn, 1962), se pensava que o desenvolvimento científico fosse, ao longo do tempo, uma simples soma de todos os trabalhos acadêmicos publicados e, conseqüentemente, dos conhecimentos produzidos e acumulados pelo homem, em uma nobre missão de desvendar a verdade sobre o mundo. Porém, Kuhn (1962) refuta essa visão positivista, linear e gradualista e propõe que o saber científico progride de maneira descontínua, ou seja, a partir de revoluções científicas ou quebra de paradigmas.

Um paradigma é um modelo ou uma solução que sustenta uma mentalidade científica em um dado tempo. No geral, é uma orientação que valida e unifica um conceito ou um conjunto de conceitos e que é aceito pela elite científica de sua época. Mesmo sendo objeto de crítica, esse paradigma acaba sendo continuamente sustentado pela adesão criada pela sua comunidade, demonstrando que um paradigma é um produto social e ente histórico. Logo, esses períodos que sustentam um paradigma são chamados por Kuhn (1962) de ciência normal e são marcados pela resolução de problemas, mas sempre à luz do paradigma vigente.

Quando esse paradigma acumula diversas críticas a ponto de não dar conta em explicá-las sobre seu setor de “credibilidade”, iniciam os períodos de ciência extraordinária, ou seja, o período que antecede uma revolução científica. Uma revolução científica estabelece um paradigma diferente do postulado anterior. Porém, não é impossível que um ou mais cientistas, agindo em sua razão, prefiram trabalhar no paradigma anterior, tentando melhorá-lo ou ampliá-lo, ao invés de investir energia em uma adaptação ao novo paradigma. Ou seja, a adesão de um ou de outro paradigma envolve subjetividades e relativizações sobre a razão do próprio cientista (VILLANI, 2001).

Por outro lado, Popper (1963) entende que o conhecimento científico se constrói de uma forma diferente da abordada por Kuhn. A ciência popperiana explica os paradigmas como conjecturas temporariamente aceitas até serem refutadas. As teorias científicas produzidas deveriam então ser passíveis de serem falseadas, ou seja, deveria haver maneiras de provar que estão erradas. Logo, essas teorias não são substituídas por processos tão caricatos como “revoluções”, mas sim por novas teorias que resistiram a testes empíricos de falseabilidade e se mostraram mais robustas.

Kuhn discorda de Popper sobre o processo de falseamento na ciência, ou seja, na construção de testes de hipóteses e sistemas de teorias baseados na experiência, na observação e na experimentação. Para Kuhn (1962), essa é a lógica de como a ciência normal avança e quando uma ciência de exceção surge, a unanimidade sobre os critérios de teste também muda e as comparações tornam-se mais difíceis. Popper (1979), por sua vez, julga as explicações de Kuhn como engessadas, e afirma que é a comunidade científica que julga se abandona ou se aceita provisoriamente uma teoria e arca com qualquer consequência de aceitação ou rejeição dela.

Lakatos (1976), por sua vez, apresenta uma proposta mais parecida com a kuhntiana. Para ele, a ciência estaria submetida a direcionamentos de programas de pesquisa, compostos por um núcleo rígido de ideias protegidas (mais conservador) e por um cinturão auxiliar mais flexível (mais progressista). O núcleo mais rígido tenta frear as teorias periféricas e salvaguardar seu núcleo. Porém, a experiência, a observação e o refinamento de análises podem provocar avaliações internas desses programas.

Por fim, Feyerabend (1975) propõe uma visão mais anárquica da ciência e de como ela se constrói. Este pensador afirma que as teorias propostas pela ciência não estão presas a paradigmas ou falseamentos ou programas, mas sim por uma pluralidade de métodos. E por não ser linear, não se deve haver regras rígidas ou impositivas para o progresso científico. Nem experiência, nem observação, nem refinamento de análises são suficientes, pois há múltiplas maneiras corretas para se conduzir a ciência.

Essas percepções diferentes (e mais bem aceitas na academia) fornecem um olhar sobre as diferentes abordagens da filosofia da ciência para se entender e trabalhar HFC em sala de aula. Cada um desses filósofos contribuiu de forma significativa para a compreensão da natureza da ciência em si, seu progresso e seus caminhos de investigação. É importante

ressaltar que essas diferentes visões não são mutuamente excludentes e, na maioria das vezes, são complementares para diferentes contextos e áreas de pesquisa científica.

3. Situar o eixo fixismo/transformismo no naturalismo europeu pode ser trabalhado de diversas formas em sala de aula

É nesse campo da ciência extraordinária (Kuhn), de conjecturas (Popper), do movimento periférico de um programa de pesquisa (Lakatos) ou de metodologias diferentes (Feyerabend), que podemos entender o movimento transformista (pré-darwinista) no cenário naturalista no final do século XVIII e que cresce, continuamente contra o paradigma fixista, até a unificação da Biologia sob o paradigma da evolução.

Por mais que as explicações essencialistas platônicas-aristotélicas ou as dogmáticas criacionistas de Santo Agostinho, e que tiveram uma tradição secular na história humana e continuassem reiteradamente validadas pelas obras fixistas de Linnæus, de Bauhin, de Grew, de Cuvier, de um dos Jussieu (Koerner, 2001; Lamendin, 2013; Dagg e Derry, 2024), entre outros; passaram pelo período de crise do paradigma da imutabilidade das espécies, frente as propostas publicadas nas obras de Goethe, Lamarck, Buffon, Saint Hillare, Wallace, entre outros (KURY, 2003; KUTSCHERA, 2003; DAVID; CARTON, 2007; CARMO et al., 2012; GILGE; PRESTES, 2014).

Esse período de “ciência extraordinária” dentro do naturalismo europeu de fronteira entre os séculos XVIII e XIX culminou com a publicação da obra “A Origem das Espécies” (1859) de Darwin, que foi naturalmente substituindo o paradigma do fixismo até a consolidação da ciência Biologia, com a estruturação de sua nova síntese evolutiva, incluindo os fatores de hereditariedade para explicar de forma coerente a variabilidade das espécies, suas mudanças no passar do tempo e as pressões seletivas do meio sobre as linhagens. Uma visão geral dessa ideia pode ser consultada na figura 1.

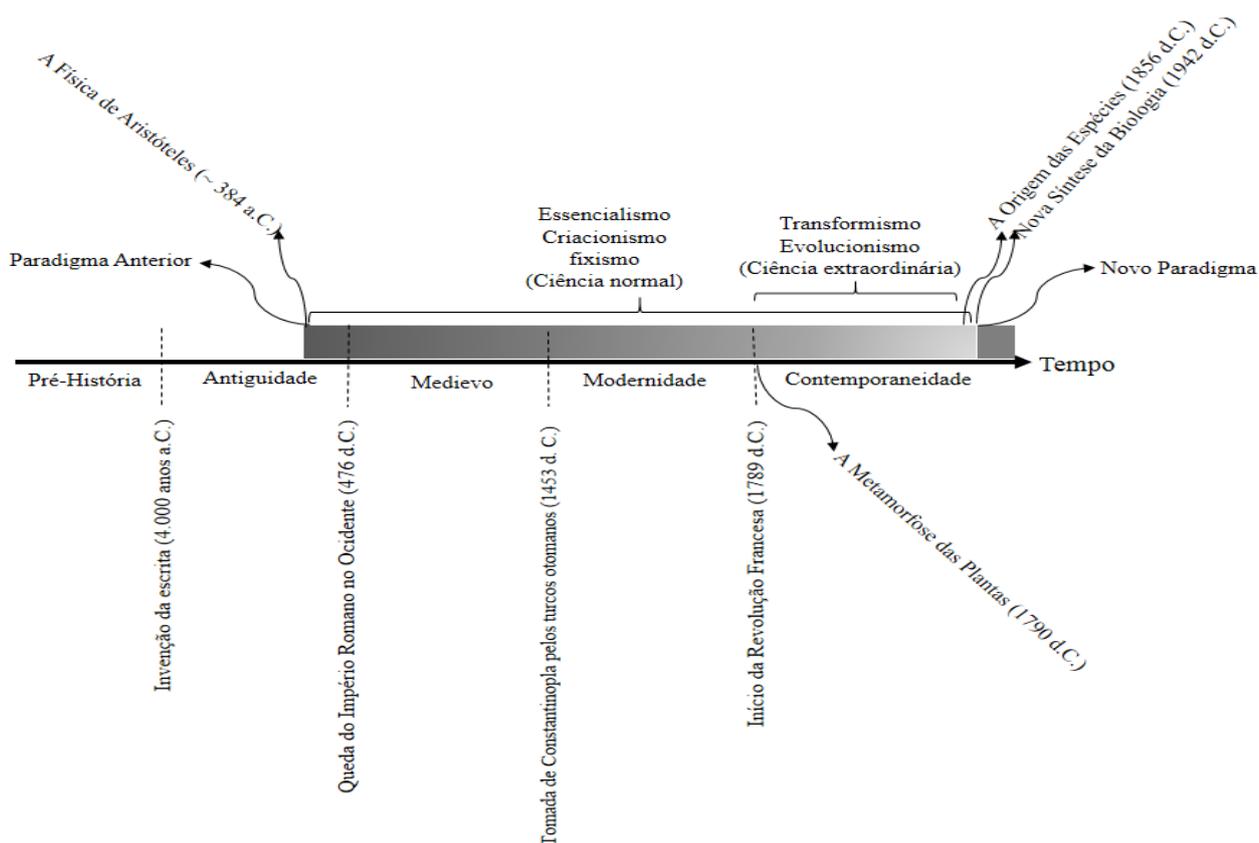
Este esquema foi inspirado nas propostas de Bachelard (1996), Foucault (1999) e Mateos (2000), buscando situar a ideia de pré-história e história propriamente dita da Biologia como ciência (Fig. 1). Para esses filósofos, antes do século XIX não se tinha uma ideia clara sobre o que era vida e não era incomum tratar os minerais como um reino de seres “imóveis”, paralelo aos seres anímicos (plantas e os animais) dotados de um “sopro vital” e que estavam subordinados ao campo da Química e da Física (LIMA et al., 2019). Para se ter uma ideia de como a Biologia ainda não estava diferenciada em uma disciplina específica, Karl Marx cita um pensamento vigente da sua época em sua obra, afirmando que existe apenas uma única ciência, a História, que era subdividida em História Natural e História da Humanidade (QUOC, 2018).

Até a Biologia se afirmar sobre quatro problemas básicos que enfrentaria, a ciência em si não se fundou. Mateos (2000) trata sobre esses “problemas” e explica que até a Biologia não chegar em uma uniformidade de pensamento e uma clareza em torno da maneira de como resolvê-los ou de como responder às perguntas sobre eles, a ciência em si não estava coesa. Os problemas, citados por Mateos (2000), que tornaram a Biologia coesa foram: a

noção sobre a vida com a teoria celular (Schwann e Shleiden); as mudanças na diversidade biológica no tempo com a teoria da evolução (Darwin); a geração e a perpetuação de características com a teoria dos fatores de herança (Mendel); e o conhecimento sobre o funcionamento dos corpos com o conceito de homeostase (Bernard). Antes dessa estruturação, o termo Biologia proposto por Lamarck e que foi utilizado por Treviranus, Budarch e Haeckel não fazia tanto sentido (LIMA et al., 2019). A pré-história da Biologia é o que se conhece como História Natural = Filosofia Natural = Física Natural = Naturalismo Científico, que vai de Aristóteles até a formulação da Nova Síntese.

Figura 1: Descontinuidade e surgimento de paradigmas envolvendo a origem e diversidade dos seres vivos, específico às plantas, sob uma visão kuhntiana de concepção dos fatos.

Obs.: os marcos que situam a escala de tempo histórico são aproximados.

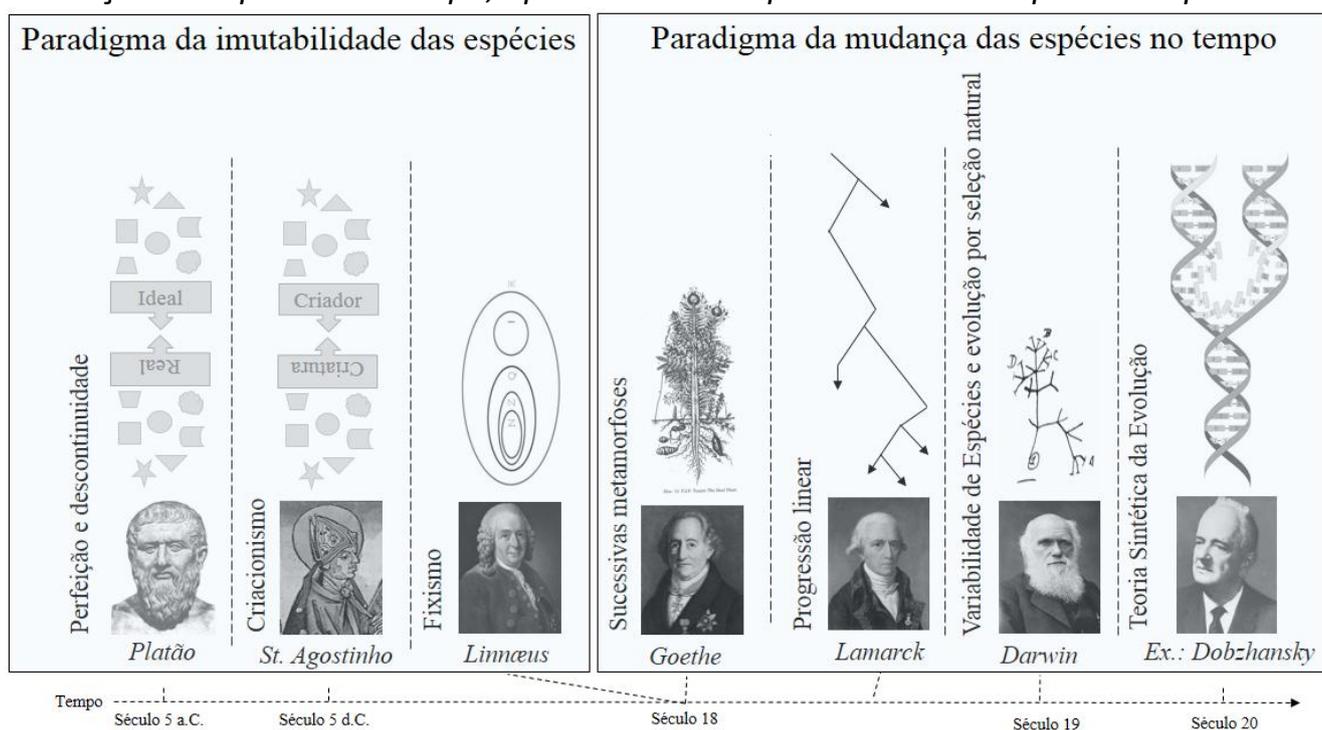


Fonte: Autores (2024)

De uma outra forma, na figura 2 pode-se representar uma exposição dos conteúdos de HFC a partir da ideia de Modelo de Mudança Conceitual (POSNER et al., 1982). Nessa perspectiva, trabalha-se o conhecimento científico construído historicamente por analogias entre mudanças na evolução do pensamento científico e mudanças sobre as concepções alternativas referentes à imutabilidade e à variabilidade das espécies, por meio de um conflito cognitivo de ideias.

Nesse Modelo de Mudança Conceitual (MMC), o estudante envolvido é levado a identificar uma insatisfação ou lacuna epistemológica em relação a “ideias concorrentes” de um contexto, seguindo nosso exemplo, entre as propostas que mantinham o paradigma da imutabilidade e o paradigma da mudança das espécies. Para isso, MMC precisa ser estruturado: (i) acompanhando representações coerentes na forma de proposições e/ou imagens, (ii) capaz de identificar as problemáticas e ser consistente com os outros conhecimentos e (iii) capaz de conduzir às novas descobertas.

Figura 2: Uma outra visão sobre os paradigmas que envolvem a imutabilidade ou a mudança das espécies no tempo, apresentando esquemas e seus respectivos apoiadores.



Fonte: Autores (2024)

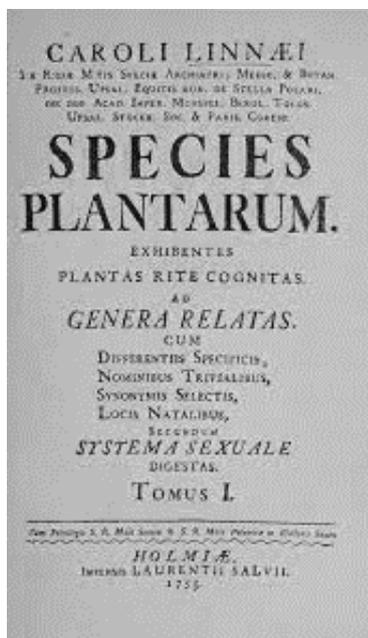
Uma questão importante, e que deve ser levada em conta pelo docente em sala de aula, é destacar para os estudantes que, muitas vezes, essas mentalidades coexistem em um mesmo período, indicando que o “progresso da ciência” é o resultado dessa interação entre teorias que tentam se estabelecer, mas que convivem com teorias já normatizadas. Uma concepção não acaba e termina a outra imediatamente. Essas diferentes concepções podem ser substituídas, “enterradas”, mas também podem ser trazidas de volta, “exumadas”, como no caso da onda pseudocientífica do recente, denominada “design inteligente” (BRABO, 2021), que é um tipo recente de criacionismo. Até mesmo a própria Biologia Molecular Contemporânea deu origem a um movimento que chamou de neolamarckismo (CAPONI, 2022), para explicar como a herança epigenética também explica a evolução adaptativa, trazendo de volta ideias transformistas diante do evolucionismo pós-genética, e que a Biologia estava tratando até então como não usual.

Uma outra forma para desenvolver esse tema de HFC em sala de aula é o Modelo da Nova Historiografia da Ciência (MNHC), também como uma alternativa de inserção da HFC em sala de aula (BELTRAN et al., 2014). Nesse modelo, os estudantes são incentivados a examinar e questionar fontes históricas primárias, considerando a originalidade da ideia, seu contexto social de produção, seus possíveis vieses e o propósito pelo qual foram concebidas. Esse modelo pode trabalhado a partir de estudos dirigidos.

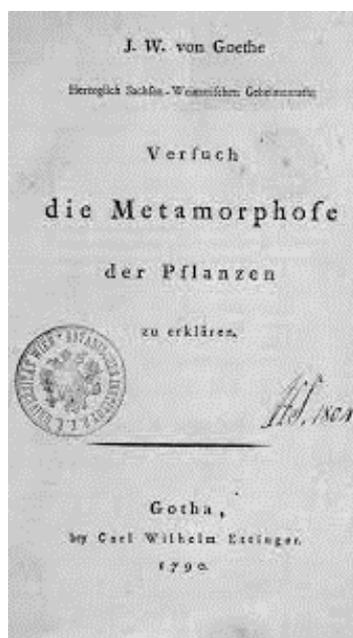
O estudo dirigido é uma técnica de ensino para gerar discussão em cima de fontes primárias (ou secundárias), e a partir da proposta do presente trabalho, poderia-se incluir textos de naturalistas de diferentes mentalidades epistêmicas para promover o debate em sala de aula sobre as diferentes mentalidade (fixista – transformista – evolucionista). A leitura dos textos originais é encorajada e pode ser apoiada por artigos de historiadores da ciência que discutem sobre temas dos textos originais, com o propósito de contextualizar historicamente essas fontes primárias e dar suporte na identificação e crítica de questões filosóficas relevantes e relacionadas aos episódios históricos propostos (EL-HANI, 2006). Cada grupo poderia compor um problema de cunho filosófico que, ao final, é montada uma linha do tempo para se avaliar como o tema foi tratado ao longo do tempo.

Por exemplo, poderia se tomar um capítulo do “Species Plantarum” de Linnæus (1753), em que ele apresenta a síntese de seu sistema sexual dividindo as plantas ao quantitativo de genitais; um outro grupo avaliaria o capítulo sobre flor de Goethe (1790), na sua obra “A Metamorfose das Plantas”, em que ele tenta explicar o que é uma flor e as forças da natureza para produzirem uma flor; e o terceiro grupo com um capítulo do livro “As Diferentes Formas de Flores em Plantas da Mesma Espécie” de Darwin (1877), em que ele explica que as flores são polinizadas por insetos que servem como veículo para a reprodução (figura 3).

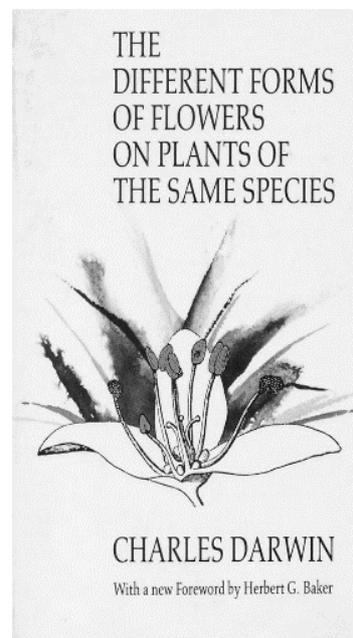
Figura 3: “Species Plantarum” publicado, em 1753, por Linnæus; (B) “Der Versuch die Metamorphose der Pflanzenzuerklären” publicado, em 1790, por Goethe; e (C) “The Different Shapes of Flowers in Plants of the Same Species” publicado, por Darwin, em 1877.



(A)



(B)



(C)

Fonte: HBL (2024)

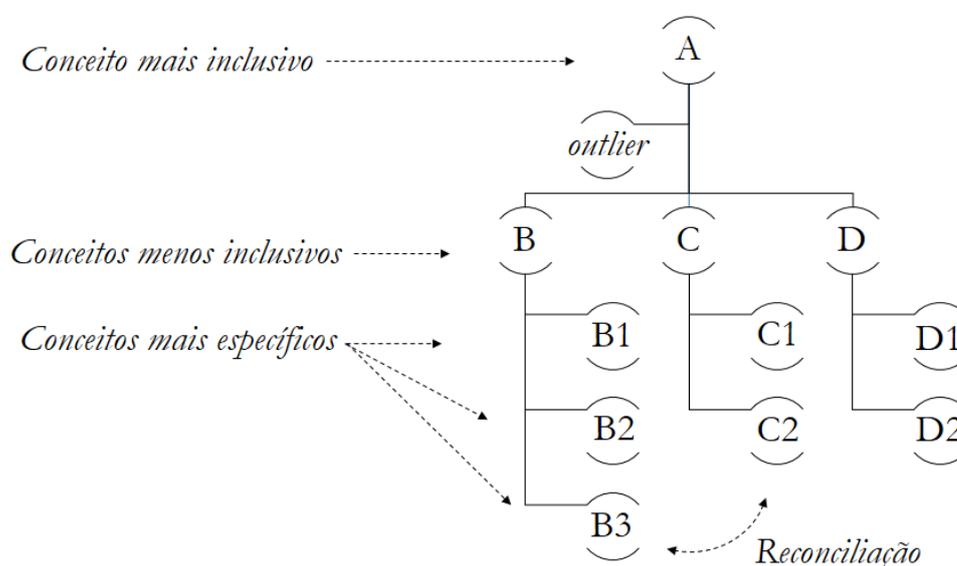
Essas três obras (Fig. 3), mesmo tendo objetivos diferentes, são produtos de épocas diferentes, de diferentes visões de como eram interpretadas as formas da natureza. Um texto vê a natureza como uma contagem de peças (mecanicista, estruturalista e descritivo), onde as plantas eram classificadas, “ganhavam uma gaveta num armário” e só eram revisitadas em uma possível revisão nomenclatural. No segundo texto, há toda uma experimentação cuidadosa, lenta, gradativa, fenológica, em que eram anotadas todas as progressões ou regressões, numa tentativa de se explicar que esse processo é tanto interno quanto externo à planta. E, por fim, o último texto, que também é investigativo, porém mais preocupado no sentido de como a evolução de uma estrutura levou a um comportamento de um polinizador específico, fugindo da abordagem da teleologia, gerando benefício mútuo e promovendo co-evolução. Dada a complexidade dos textos envolvidos, essa aplicação MNHC é mais indicada no nível superior tanto da formação inicial quanto para a pós-graduação.

Gilbert e Swift (1985) sugerem um outro método de se contextualizar HFC em sala de aula, através do Modelo de Movimento das Concepções Alternativas (MMCA). Nesse modelo de ensino, os educadores levantam as ideias prévias dos estudantes, sendo possível utilizar esse método em qualquer nível educacional. Dessa forma, esses autores supracitados confirmaram a hipótese de que as concepções prévias de um grupo são aparelhadas por

padrões de pensamento, mesmo considerando contextos educacionais, sociais e de gêneros diferentes. Em geral, a percepção sobre esses padrões influenciava na compreensão de conceitos científicos dos participantes.

Um modelo interessante desse foi adaptado na figura 4, que através das respostas dos estudantes são hierarquizadas a partir da resposta mais inclusiva, que vai subordinando categorias de respostas menos inclusivas, mas distintas e, estas últimas, com conceitos mais específicos. Alguns desses conceitos podem se complementar e estabelecer pontes epistêmicas (reconciliação). Esses levantamentos prévios de conhecimento implícito são formas para alavancar discussões e propor tomadas de decisões comparativas em um dado grupo (Gilbert e Swift, 1985). Esse MMCA pode ainda ser confeccionado com a ajuda de softwares que geram nuvens de palavras em tempo real (PIFFERO et al., 2020).

Figura 4: Exemplo de modelo de concepções prévias.



Fonte: adaptado de Ferreira e Estrela (2019).

Uma problemática gerada por essa técnica de MMCA, é que ela pode tornar o trabalho do professor mais custoso, pois demanda tempo e um amplo repertório do tema para trabalhar as todas as respostas alternativas dos estudantes em situações diversas e em favor das concepções científicas aceitas.

Por fim, também há o Modelo de Construtivismo a partir da Teatralização da Ciência (MCTC). Essa proposta prevê a inserção de conceitos de ciências a partir de jogos dramáticos (OLIVEIRA, 2012). Esse tipo de prática coloca os estudantes em uma posição de reflexão epistemológica para que, os mesmos, se envolvam em um tipo de raciocínio similar ao que foi utilizado pelos cientistas da época para alcançar os seus insights

(OLIVEIRA, 2012). A teatralização de um saber promove um estado de força criativa e que possibilita diversas formas em se trabalhar a criação artística como uma perspectiva de produção de conhecimento, explorando um conceito e questionando os paradigmas construídos socialmente (DELEUZE, 1968).

Nesse tipo de prática, os estudantes de uma sala de aula podem ser divididos em grupos e recebem um único tema focal, como por exemplo: flor. Cada grupo recebe também uma ficha com o perfil de mentalidade correspondente a algum naturalista de períodos distintos (fixismo, transformismo, evolucionismo, por exemplo), além de um resumo sobre o contexto histórico da ciência na época. Logo, a partir desse perfil histórico de mentalidade, os grupos se organizariam para montar uma dramatização, em que um personagem seria um naturalista, que explica a flor com base em seu modelo científico, dois personagens seriam pupilos, que concordam com seu modelo, inclusive dando exemplos que corroboram na manutenção de suas ideias, e um terceiro pupilo seria o mais transgressor e faria perguntas que o modelo não conseguiria resolver. Logo, os estudantes em grupos necessitariam pesquisar sobre o naturalista de uma época, argumentos plausíveis para a concordância sobre um tema e identificar as limitações do mesmo.

4. Ensinar ou não ensinar HFC em sala de aula? Pressupostos da questão

Apesar da importância desses métodos de ensinar HFC em sala de aula expostos no tópico anterior, também há um movimento de crítica em se ensinar HFC, e a mais contundente foi aquela destacada por Kuhn (1962), que afirma que o professor de ciências é um doutrinador da ciência normal dentro do seu paradigma convencional, desta forma, ele passa a ideia de que se vive uma tradição científica bem estabelecida e de confiança. Popper (1979), por sua vez, diz que essa percepção de ciência estável é fruto da formação do cientista que perpetua seu conhecimento sobre ciência ainda de forma dogmática, afirma ainda que o professor insere seus alunos em uma nova concepção de mundo em detrimento de sua bagagem conceitual própria.

Além dessa problemática da concepção do professor frente a ciência normal, é preciso falar sobre os obstáculos epistemológicos trazidos para a sala de aula. Os obstáculos epistemológicos ou dogmas são as acomodações ao que já se conhece, podendo ser entendidos como anti-rupturas (LECOURT, 1980). O senso comum (VANTROBA et al., 2022), o preconceito (MALDONADO-TORRES, 2016), o apego a determinadas verdades = “hipótese de pelúcia” (LIMA, 2013) e o conflito de ideologias proveniente de acordos sociais (políticos e religiosos principalmente) (LAKATOS, 1998), podem ser encarados como resistências de uma forma de pensamento direcionada especificamente ao pensamento científico.

Ao se trabalhar os conceitos de HFC é importante destacar que a ciência não é neutra. Ela sofre influências diversas do contexto, sejam ideológicas, sociais, políticas, econômicas, religiosas, etc. Kuhn (1962) e Popper (1979) concordavam que existe uma dificuldade na manutenção de uma neutralidade na ciência, sendo ela ideologicamente influenciável por

diversos fatores. Essa preocupação com a neutralidade na ciência vem desde o Renascimento Científico com Francis Bacon (considerado o primeiro dos modernos e o último dos antigos). Bacon (1620) defendia que o debate científico deveria emergir sobre quaisquer concepções teológicas e que deve manter uma distância segura das credências e de pressupostos metafísicos que não acrescentam nada à ciência e podem justamente estagnar o conhecimento, como aconteceu no eixo essencialista-criacionista-fixista (Antiguidade-Medieval-Modernidade) ao longo da idade média, durante toda a idade moderna e chegando na contemporaneidade.

Um exemplo de preconceito à inserção de HFS no currículo foi o relatado por Matthews (1995), quando se refere a um episódio ocorrido no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), onde o ensino de HFC foi pautado, mas não foi um consenso pela coletividade. Foi alegado que esse tipo de abordagem levava uma vinculação romantizada dos cientistas e de eventos, com valorização de personalidade sem máculas, com omissão de detalhes que levem à criticidade dos fatos e simplificações e trataria descobertas como verdadeira monumentalização (MATTHEWS, 1995) ou uma ideia de consensualidade, em que não haveria espaço para o contraditório (CARNEIRO; GASTAL, 2005). Em outros termos, seria uma “pseudo-quasi-história” recortando precisamente os fatos em torno de um conceito específico a ser transposto em sala de aula.

Porém, considerando a formação docente (BIZZO, 2012) e a percepção de discentes sobre o que é ciência (NICOT; SOUZA, 2016), os estudos no geral apontaram que a concepção deturpada de ciência está relacionada à ausência dessas discussões históricas e filosóficas nos cursos de formação inicial de professores para o magistério das disciplinas de Ciências da Natureza. E essas percepções deturpadas não se encerram apenas em erros conceituais, mas também em criar vieses ideológicos, fomentados por erros de interpretação, como é o caso do whiggismo na Inglaterra, que designa um movimento pelo anacronismo em adaptar a História a interesses próprios (MAGALHÃES, 2018); ou o bolsonarismo no Brasil, que escamoteia os fatos para acomodar suas exigências narcísicas (e.g. que a ditadura militar brasileira não torturava; que ratanabá é uma civilização pré-histórica na Amazônia e que precisa ser exumada por conta de seu nióbio, para justificar a derrubada da floresta; ou que as queimadas recorrentes na província biogeográfica do Cerrado são provocadas pelos indígenas e não por outros meios – ex.: pelo agronegócio, etc.).

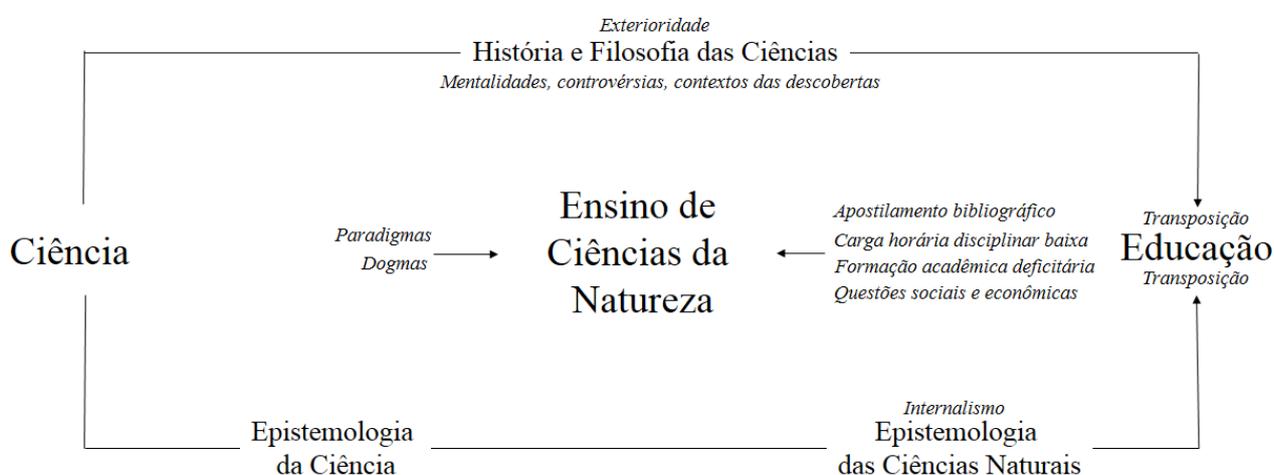
Diante do exposto, cabe um questionamento final pertinente feito na obra de Hidalgo e Lorencini-Júnior (2016) sobre: em que nível de ensino deveriam se inserir os conceitos de HFC? Para esses autores, todos os níveis podem receber adaptações, porém há algumas questões a serem discutidas, como, por exemplo, a construção de textos-guia apropriados, o problema dos livros didáticos extremamente resumidos da atualidade, a falta de carga horária suficiente para o trabalho em sala de aula e a falta de uma formação acadêmica adequada nos centros universitários, sem contar as questões socioeconômicas que estão por traz de tudo isso.

Todas essas problemáticas levantadas não são novidades para professores na prática e estudantes em formação inicial docente em ciências da natureza, porém o novo PNLD (SÜSSEKIND, 2019), atrelado à reforma do ensino médio de 2018 (SILVA; BOUTIN, 2018), trouxe um livro didático bastante resumido e estruturado com os conteúdos das disciplinas de Química, Física e Biologia concomitantemente. Agora essas três disciplinas são tratadas dentro de uma área comum chamada de área de ciências da natureza e suas tecnologias. Apesar dessa proposta ser uma promessa desde os PCNs (MEC, 2000), mostrou que, na prática, não conseguiram demonstrar uma transdisciplinaridade clara, mas apenas uma disposição aleatória desses conteúdos (BARROSO et al., 2020).

Na realidade, essa fusão disciplinar na reforma do novo ensino médio de 2018, apenas promoveu um apostilamento bibliográfico. Da forma com que o livro didático de ciências da natureza e suas tecnologias está montado, incorre em um currículo mínimo (LIMA, 2023), derivando uma espécie de escassez epistemológica para as ciências envolvidas, pois o conteúdo é precarizado ao extremo, seja pela síntese no integralismo científico, quanto no aporte à exterioridade para abordar história e filosofia das ciências da natureza no geral.

Por fim, a figura 5 apresenta uma síntese geral sobre os desafios para o ensino de História e Filosofia das Ciências no contexto do ensino das Ciências da Natureza, inspirado, mas modificado de Cachapuz et al. (2000). Pode-se perceber que, apesar dos desafios internalistas (conteúdos) e para promover a exterioridade (contextualização), o professor vai se deparar com inúmeros outros problemas para efetivar sua prática de inserção de HFC em sua prática docente, problemas esses que, muitas vezes, ultrapassam a sala de aula. Além disso, denota que o ensino das Ciências da Natureza depende de uma reflexão da educação em ciências (a transposição), mas sobretudo uma reflexão profunda sobre Ciência em si.

Figura 4: Questões envolvidas no ensino de História e Filosofia das Ciências, com enfoque para os principais desafios destacados no texto.



Fonte: adaptado de Cachapuz et al. (2000).

5. Conclusão

Procurou-se demonstrar neste trabalho que a melhoria do debate mais aprofundado sobre a alfabetização científica na atualidade perpassa por meio da inserção da História e Filosofia da Ciência (HFC) nas aulas de Ciências da Natureza. HFC é um tema que está atravessado pela teoria e prática em torno de momentos formativos diferentes: dos princípios de ciência para jovens no ensino médio à formação de licenciandos em ciências da natureza nas faculdades, na qual este trabalho também envolveu esforços para apresentar propostas de reflexão sobre o uso desse tema em sala de aula.

Mesmo diante de diversos obstáculos (estruturais, políticos, sociais, religiosos, etc.), o tópico HFC não deve substituir o integralismo científico que dá autonomia a uma disciplina, mas deve suplementá-lo de forma a permitir a elaboração de conexões intelectuais entre interesse, aplicação, ambição, criticidade e humanização da ciência.

Deste modo, haverá o estabelecimento de uma alfabetização científica, uma formação “em ciência e sobre ciência” e esta, por sua vez, demandando novas abordagens para o ensino das ciências aplicadas à natureza, tais como (re)conhecer os pressupostos teóricos, históricos e filosóficos por trás de uma disciplina em si.

6. Referências

- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (AAAS). Benchmarks for Science Literacy: A Project 2061 Report. New York: Oxford University Press, 1993.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (AAAS). Science for All Americans. New York: Oxford University Press, 1990.
- BACHELARD, Gaston. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, v. 1938, 1996.
- BACON, Francis. Novum organon. London, 2000.
- BARROSO, Maria Cleide da Silva; PEREIRA, Rafaela Fernandes, DOS SANTOS, Antônio De Pádua Arruda, DA SILVA, Emanuel Vinícius Araújo, DOS SANTOS, João Paulo Gomes; DE OLIVEIRA HOLANDA, Francisca Helena. (2020). Base Nacional Comum Curricular e as transformações na área das ciências da natureza e tecnologias. Research, Society and Development, 9(2), e164921985-e164921985. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i2.1985>
- BELTRAN, Maria Helena Roxo; SAITO, Fumikazu; TRINDADE, Lais dos Santos Pinto. História da Ciência para formação de professores. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- BICUDO, Rodrigo de Siqueira; TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. Reduccionismo, emergentismo e ensino de ciências. Ensino & Multidisciplinaridade, São Luís, v. 8, n. 1, p. e0722, 1-13, 2022. DOI: 10.18764/2447-5777v8n1.2022.7.
- BIZZO, Nélio. Pensamento científico: a natureza da ciência no ensino fundamental. São Paulo: Melhoramentos, 2012.
- BRABO, Jesus Cardoso. Falácias, pós-verdade e ensino-aprendizagem de Ciências. Ensino & Pesquisa, v. 19, n. 1, p. 25-38, 2021. <https://doi.org/10.33871/23594381.2021.19.1.25-38>

- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura (MEC). Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio. Brasília: MEC, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília: ME, 2018.
- CACHAPUZ, Antônio; JORGE, Manuela; PRAIA, João. Ciência, educação em ciência e ensino das ciências. Ministério da Educação, 2002.
- CAPONI, Gustavo. (2022). La teoría de la selección natural frente al neolamarckismo epigenético. Cuadernos Filosóficos, v. 19, n. 1, p. 1-23. <https://doi.org/10.35305/cf2.vi19.173>
- CARMO, Viviane Arruda; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; BIZZO, Nelio Marco Vincenzo. As contribuições de Alfred Russel Wallace para a biogeografia. Filosofia e História da Biologia, v. 7, n. 1, p. 117-136, 2012.
- CARNEIRO, Maria Helena da Silva; GASTAL, Maria Luiza. História e filosofia das ciências no ensino de biologia. Ciência & Educação, v. 11, n. 01, p. 33-40, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000100003>
- DAGG, Joachim; DERRY, J. Patrick Matthew's synthesis of catastrophism and transformism. Notes and Records, v. 78, n. 1, p. 167-188, 2024. <https://doi.org/10.1098/rsnr.2022.0019>
- DARWIN, Charles. The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. John Murray, Albermarle Street, London, 1859. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.68064>
- DARWIN, Charles. The Different Shapes of Flowers in Plants of the Same Species. Disponível em: <https://darwin-online.org.uk/content/frameset?pageseq=1&itemID=F1277&viewtype=side>. Acesso em: 29/02/2024.
- DAVID, Jean; CARTON, Yves. Georges-Louis Leclerc, comte de Buffon (1707-1788)-Un homme d'influence au siècle des Lumières. Médecine/Sciences, v. 23, n. 11, p. 1057-1062, 2007. <https://doi.org/10.1051/medsci/200723111057>
- DELEUZE, Gilles. Différence et répétition. Paris: Puf, 1968.
- DELIZOICOV, Demétrio. A potencialidade das reflexões epistemológicas. In: BORGES, Regina Maria Rabello. (Org.). Filosofia e história da ciência no contexto da educação em ciências: vivências e teorias. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.
- EL-HANI, Charbel. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, Cibelle Celestino. Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para a aplicação no Ensino. Editora Livraria da Física, 2006. p. 3-21.
- FERREIRA, Patrícia, ESTRELA, Antónia. Do texto à reflexão metalinguística: O esquema como elemento estruturante. Eutomia-Revista de Literatura e Linguística, v. 1, n. 23, p. 245-267, 2019. <https://doi.org/10.51359/1982-6850.2019.241931>
- FEYERABEND, Paul. Against method: Outline of an anarchistic theory of knowledge. Humanities Press, 1975.

FOUCAULT, Michel. As palavras e as coisas. trad. Salma Tannus Muchail. São Paulo: Martins, 1999.

GILBERT, John; SWIFT, David. Towards a Lakatosian analysis of the Piagetian and alternative conceptions research programs. *Science Education*, 69, 681-696, 1985. <https://doi.org/10.1002/sce.3730690510>

GILGE, Marcelo Viktor; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. Ernst Haeckel nas coleções de Biologia aprovadas pelo PNL D 2012: Ensino Médio. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 7, n. 2, p. 325-348, 2014. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v7i2.212>

GOETHE, Johann Wolfgang. *Verfuch die Metamorphofe der Pflanzenzuerklären*. Gotha: Ettinger, 1790. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.127448>

HANSEN, Tom Børsen. *The role of philosophy of science and ethics in university science education*. Göteborg: NSU Press, 2002.

HIDALGO, Maycon Raul; LORENCINI-JUNIOR, Álvaro. Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, v. 14, p. 19-38, 2016.

KOERNER, Lisbet. *Linnaeus: Nature and nation*. Harvard University Press, 2001. <https://doi.org/10.4159/9780674039698>

KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. Guerra e Paz Editores, São Paulo, 2021.

KURY, Lorelai. Auguste de Saint-Hilaire, viajante exemplar. *Intellèctus*, v. 2, n. 1, p. 1, 2003.

KUTSCHERA, Ulrich. A comparative analysis of the Darwin-Wallace papers and the development of the concept of natural selection. *Theory in Biosciences*, v. 122, p. 343-359, 2003. <https://doi.org/10.1078/1431-7613-00094>

LAKATOS, Inre. *Proofs and Refutations*. Cambridge: Cambridge University Press, 1976. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139171472>

LAKATOS, Inre. *Ciencia y pseudociencia*. LAKATOS, Imre. *História da ciência e suas reconstruções racionais*. Tradução Emília Picado TM Mendes. Lisboa: Ed, v. 70, p. 11-20, 1998.

LAMENDIN, Henri. *Les de Jussieu, unefamille de botanistes aux XVIII° et XIX° siècles*. France, 2013.

LECOURT, Dominique. *Para uma crítica da epistemologia*. 2 ed. Lisboa: Assírio e Alvim, 1980.

LIMA, Luís Gomes. O extermínio epistemológico e os perigos do conceito de mínimo curricular no esvaziamento de conteúdos da Base Nacional Comum Curricular: uma proposta de superação. *Revista Amazônida: Revista Do Programa De Pós-Graduação Em Educação Da Universidade Federal Do Amazonas*, v. 8, n. 1, p. 1-25, 2023. <https://doi.org/10.29280/rappge.v8i1.11894>

LIMA, Murilo Del Bianco; CORAZZA, Maria Júlia; DELLA JUSTINA, Lourdes Aparecida. *Concepções Acerca da História e Epistemologia da Biologia Apresentadas em uma*

- Comunidade de Prática. *Revista Contexto & Educação*, v. 34, n. 107, p. 88-103, 2019. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2019.107.88-103>
- LIMA, Renato Augusto Ferreira. Ajuste e seleção de modelos na descrição de comunidades arbóreas: estrutura, diversidade e padrões espaciais. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo: São Paulo, 2013.
- LINNÆUS, Carolus. *Species plantarum*. ed.1. Laurent Salvi, Stockholm, 1753.
- MAGALHÃES, Gildo. Por uma dialética das controvérsias: o fim do modelo positivista na história das ciências. *Estudos Avançados*, v. 32, p. 345-361, 2018. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0022>
- MALDONADO-TORRES, Nelson. Transdisciplinaridade e decolonialidade. *Sociedade e Estado*, v. 31, p. 75-97, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0102-69922016000100005>
- MATEOS, Ismael. *Historia de la Biología*. AGT Editora: México, 2000.
- MATTHEWS, Michael. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p.164-214, 1995.
- MEDEIROS, Alexandre JG; BORGES, Regina MR. Entrevista com Alexandre Medeiros: refletindo sobre a epistemologia, experimentação e realidade. In BORGES, Regina MR. (org.). *Filosofia e História da Ciência no Contexto da Educação em Ciências: Vivências e Teorias*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. P. 20-57.
- MORIN, Edgar. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. 8a ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- NICOT, Yuri Expósito; SOUZA, Jerson Sandro Santos de. A natureza da ciência das visões deformadas à rejeição. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, v.9, n.19, p.11-22, 2016.
- OLIVEIRA, Thiago Ranniery Moreira. Encontros possíveis: experiências com jogos teatrais no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 3, p. 559-573, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000300005>
- PIFFERO, Eliane de Lourdes Fontana; COELHO, Caroline Pugliero; SOARES, Renata Godinho; ROEHRS, Rafael. Active methodologies and remote biology teaching: use of online resources for synchronous and asynchronous classes. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e719108465, 2020. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8465>
- POPPER, K. R. A ciência normal e seus perigos. In: LAKATOS, Imre; MUSGRAVE, Alan (Org.). *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo : Cultrix, 1979.
- POPPER, K. R. *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. London, Routledge and Kegan Paul, 1963.
- POSNER, George; Strike, Kenneth; Hewson, Peter; Gertzog, William. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- QUOC, Nguyen Anh. Human issues in Karl Marx's Economic and Philosophical Manuscripts of 1844. *European Journal of Social Sciences Studies*, v. 3, n. 3, p. 175-182, 2018. DOI: <https://zenodo.org/records/1467511>

RITCHIE, Ron. Science in the National Curriculum. The primary core curriculum: Policy into practice. Washington D.C., p. 53-70, 1996.

SEVERINO, Antônio Joaquim. A construção do campo científico da educação em debate: contribuições da filosofia da educação latinoamericana. Itinerários de Filosofia da Educação, v. 13, p. 39-48, 2015.

SILVA, Karen Cristina; BOUTIN, Aldimara Catarina. Novo ensino médio e educação integral: contextos, conceitos e polêmicas sobre a reforma. Educação (Santa Maria. Online), v. 43, n. 3, p. 521-534, 2018. <https://doi.org/10.5902/1984644430458>

SÜSSEKIND, Maria Luiza. A BNCC e o "novo" Ensino médio: reformas arrogantes, indolentes e malévolas. Revista Retratos da Escola, v. 13, n. 25, 91-107p, 2019. <https://doi.org/10.22420/rde.v13i25.980>

VANTROBA, Edevana Leonor; LOPES, Gabriel Cesar Dias; YILDIRIM, Kemal. Dicotomias sobre senso comum e conhecimento científico: método o início do percurso. Revista Universitas da FANORPI, v. 2, n. 8, p. 85-101, 2022.

VILLANI, A. Filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. Ciência & Educação, v. 7, n. 02, p. 169-181, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200003>