

O Ensino de Ciências e a leitura da modernidade e da pós-modernidade por Bruno Latour: reflexões acerca do surgimento de pós-verdades e concepções alternativas no Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental II⁺

Ronnie Petter Pereira Zanatta¹

Doutorando em Tecnologia e Sociedade

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Nestor Cortez Saavedra Filho¹

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Curitiba – PR

Resumo

Neste trabalho discutimos o estabelecimento de “verdades científicas” desde a Revolução Científica do século XVI até o pós-guerra, na segunda metade do século XX, com o surgimento de uma visão pós-modernista da Ciência. Apresentamos como esta visão de mundo e de ciência pode contribuir para o reforço de concepções alternativas e o surgimento de pós-verdades no ensino de ciências. Em particular, discutimos sobre os “Science Studies” de Bruno Latour, sua concepção de não-modernidade, a noção de verdade científica enquanto rede e suas implicações para a aprendizagem de conceitos não sensíveis da Física Moderna e Contemporânea de estudantes do Ensino Fundamental II.

Palavras-chave: *Ciência Moderna; Pós-modernismo; Não-modernidade; Ensino de Física Moderna e Contemporânea.*

⁺ Science Teaching and the reading of modernity and postmodernity by Bruno Latour: reflections on the emergence of post-truths and alternative concepts in the Teaching of Modern and Contemporary Physics in Elementary School

* *Recebido: junho de 2020.*

Aceito: setembro de 2020.

¹ E-mails: rppzanatta@gmail.com; nestorsf@utfpr.edu.br

Abstract

In this paper we discuss the establishment of “scientific truths” from the Scientific Revolution of the 16th century to the postwar period, in the second half of the 20th century, with the emergence of a postmodernist view of Science. We present how this worldview and science can contribute to the reinforcement of alternative conceptions and the emergence of post-truths in science education. In particular, we discussed Bruno Latour's “Science Studies”, his conception of non-modernity, the notion of scientific truth as a network and its implications for the learning of non-sensitive concepts of Modern and Contemporary Physics from Elementary School students.

Keywords: *Modern Science; Postmodernism; Non-modernity; Teaching of Modern and Contemporary Physics.*

I. Introdução

Ao longo da história a verdade científica assumiu perspectivas heterogêneas atreladas às visões, processos e contextos em que a comunidade científica esteve estabelecida. As diversas epistemologias, filosofias e sociologias da ciência revelam o incansável desejo de compreender como o conhecimento científico é gerado e estabelecido. Os diferentes períodos históricos marcam essa multiplicidade de concepções de mundo dos enredados pela atividade científica (GONÇALVES-MAIA, 2011). Assim, em cada época analisada, pode-se discorrer sobre as condições epistêmicas em que os enunciados e discursos ditos científicos surgem ou são construídos (MACÊDO; VIEIRA, 2019).

Neste sentido, destacam-se dois macros períodos, aqui adotados: a modernidade e a pós-modernidade. A ciência dita moderna inicia-se com os trabalhos de Galileu no século XVI e, embora ainda vigente, de um ponto de vista pragmático, se estende, de forma absoluta até meados do século XX. Já a ciência pós-moderna surge a partir de diversos questionamentos sobre a neutralidade e a positividade da ciência moderna no pós-guerra na década de 1950. Há, entretanto, visões díspares sobre um ponto no tempo que marque o início ou fim de uma concepção de ciência e de fazer científico. Mas, grande parte dos pesquisadores concorda que o racionalismo empírico-dedutivo da ciência moderna é colocado em crise após sua ineficiência na explicação de fenômenos quânticos e relativísticos e sua positividade começa a ruir a partir dos efeitos negativos do desenvolvimento científico-tecnológico trazidos à luz no século XX, onde o trabalho do sociólogo americano Robert Merton (2013) exerce forte influência.

No campo da Educação em Ciências, a práxis pedagógica fundamentada nos métodos do período moderno de produção do conhecimento científico tende a fortalecer a

visão dogmática da ciência e a tolher os estudantes na análise das diferentes perspectivas que constituem o processo de construção da ciência. Isso é agravado pela crença de muitos professores na ideia de que a ciência se desenvolve de forma linear com etapas bem definidas pelo método científico (KNEUBIL, 2008). Dessa forma, a verdade científica é apresentada como indiscutível e imutável, reforçando uma visão realista e ingênua da prática científica (LISBÔA; PESSOA JUNIOR, 2015), e, portanto, abrindo caminhos para o surgimento de concepções alternativas² sobre a própria natureza da ciência.

Em contrapartida, o relativismo epistêmico despontado pela crise do positivismo, na pós-modernidade, também distorceu as questões relativas à gênese e desenvolvimento do saber científico. Isso ocorre quando algumas tendências educacionais deturpam os objetivos e conteúdos científicos e, apoiando-se em um determinado ponto de vista filosófico, obscureceram as questões centrais da atividade científica, enfatizando em vez disso, o seu papel subjetivo e influenciado por ideias e poderes sociais externos (ROMERO-MALTRANA *et al.*, 2019). Esse fenômeno contribuiu para as chamadas “guerras da ciência”, onde as verdades científicas foram colocadas sob suspeição, abrindo espaços para questionamentos sobre sua validade e suas intencionalidades.

Avesso a esses encapsulamentos históricos da atividade científica, o filósofo e sociólogo francês Bruno Latour (1947-) faz uma crítica incisiva da forma como são encarados o surgimento e a aceitação dos fatos científicos. Ao afirmar categoricamente que “jamais fomos modernos” (na acepção do contrato modernista das Ciências), Latour apresenta uma nova perspectiva da construção da verdade científica e de sua sustentação enquanto rede de significados. A partir de um estudo etnográfico em um laboratório de neuroendocrinologia do Instituto Salk, na Califórnia, Latour oferece uma filosofia da ciência que isenta a análise da separação ontológica entre sociedade e natureza, afirmando que os fatos científicos e a própria realidade é criada a partir de diferentes aspectos de mediações entre humanos e não-humanos. Admite, portanto, que a verdade emerge de um coletivo que, num determinado momento, estabelece uma rede de proposições. Quanto mais extensa for a rede em que o fato se firma, maior será sua universalidade (LATOUR, 1997; 2001; 2011).

Recentemente, alguns pesquisadores da área de Ensino de Ciências no Brasil, iniciaram os debates sobre a perspectiva não-moderna e suas contribuições para a Educação Científica (MASSONI; MOREIRA, 2017; LIMA *et al.* 2018; LIMA *et al.* 2019). Dessa maneira, este trabalho apresenta uma discussão sobre as visões clássicas de construção do conhecimento científico e suas implicações na distorção das verdades estabelecidas e na formação de concepções alternativas no processo ensino-aprendizagem. Relacionamos também a produção de seres híbridos latourianos pela Física Moderna e Contemporânea e sua assimilação a partir dos conceitos de não-modernidade e redes sociotécnicas. Argumentamos

² Concepções alternativas são modelos conceituais apresentados pelos estudantes que diferem daqueles aceitos pela comunidade científica (DUARTE; ZANATTA, 2016) e que, em geral é formado pelas interações e experiências sensoriais e sociais.

sobre a importância da aprendizagem conceitual desses novos fatos como imprescindível para o distanciamento do surgimento e instalação de discursos de pós-verdades.

II. Ciência moderna: a certeza da verdade como fruto do método científico

A ciência moderna, em especial a Física, ganha sua configuração, em consequência da revolução copernicana, a partir de Galileu no século XVI que propôs a utilização de modelos experimentais baseados em argumentos e descrições de caracteres matemáticos para o estudo da natureza que possibilitassem uma extrapolação do conhecimento então adquirido, levando a uma inédita sofisticação do conhecimento e, também, com o ordenamento lógico de um universo regido por leis que em si mesmo contém um sistema de autorregulação, proposto por Isaac Newton no século XVII (GONÇALVES-MAIA, 2011). Com base filosófica diversa, com destaque ao racionalismo de René Descartes e de Immanuel Kant, ao empirismo de Francis Bacon, Thomas Hobbes, John Locke e David Hume, a ciência basear-se-á durante os séculos seguintes na utilização do raciocínio hipotético-dedutivo sob a égide da experimentação reiterada por recursos matemáticos (GERMANO, 2011). “Constitui-se, assim, um regime de verdade em que o homem, produtor do conhecimento, por meio de procedimentos experimentais realizados com métodos rigorosos e com hipóteses verificáveis, poderia conhecer e dominar todos os fenômenos naturais” (MACÊDO; VIEIRA, 2019, p. 35). Esse conjunto metodológico somado ao determinismo mecanicista do universo newtoniano deu às ciências a possibilidade da análise racional e matemática da natureza o que permitiu a previsibilidade dos fenômenos naturais.

A separação sujeito/objeto da filosofia cartesiana era vista como forma de neutralidade do trabalho científico, onde crenças e superstições sociais não participavam da formulação das novas ‘verdades científicas’. Para Berto (2007), esta cisão fez com que a filosofia se desdobrasse em ciências disciplinares; “a matemática se eleva ao estatuto de ciência objetiva e todas as outras ciências que não seguiam o modelo das ciências da natureza eram relegadas ao plano do delírio, do erro e engano” (BERTO, 2007, p. 22). A evolução da ciência nesses moldes possibilitou, então, a divisão dos diversos ramos do conhecimento, favorecendo o progresso de alguns deles, como o da Física (GUEDES, 2012). Nesse sentido, a razão se transformou na pedra angular do conhecimento, fazendo com que o progresso fosse percebido de forma linear, positiva e inexorável. A concepção de ciência como via de descrição e previsibilidade dos eventos naturais torna-se excepcionalmente otimista frente aos avanços das inovações tecnológicas como frutos do seu arcabouço metodológico (GERMANO, 2011). Com efeito, as duas dimensões epistêmicas, racionalismo e empirismo, encontram sua expressão máxima no cientificismo do século XIX. Nas palavras de Carvalho (2015),

O discurso científico vai, pois, construir a verdade científica, apresentada como uma evidência natural, incontestável e despojada de qualquer metaforização, tem a

pretensão de denotar fatos concretos. Sua naturalização lhe outorga um status de poder superior a quaisquer outras verdades, as quais deverão passar pelo crivo da verdade científica para validar ou não sua aceitação social (CARVALHO, 2015, p. 146).

Não se pode negar, de certa forma, o sucesso desta cisão modernista (LATOUR, 2019). Ao separar a natureza da sociedade, como polos ontológicos opostos, a Modernidade permitiu a argumentação, já na época do Renascimento Científico do século XVI em diante escapar de cismas de caráter religioso, tão presentes na Idade Média, como também de dilemas políticos e sociais, reforçando um suposto caráter neutro e positivista da Ciência. Em termos de desdobramentos científicos e tecnológicos, de um ponto de vista da neutralidade, não se pode refutar o êxito da empreitada modernista.

Entretanto, nas últimas décadas do século XIX e no início do século XX começam surgir questionamentos sobre o racionalismo puro a partir da não previsibilidade de eventos da termodinâmica (GERMANO, 2011) e de consequências destrutivas do avanço tecnológico (VILELA; IZIDORO, 2013). O estabelecimento de questões não explicadas pelo paradigma moderno irrompeu uma verdadeira crise conceitual, filosófica e metodológica da ciência.

III. Da concepção determinística às questões relativísticas e probabilísticas: bases da nova verdade científica

Nas décadas finais do século XIX e na aurora do século XX a ciência, assim como outros aspectos da humanidade, foi colocada frente a novos desafios que colapsaram os ideais modernos de objetividade, positividade e previsibilidade. Com a mecânica newtoniana, as dimensões temporais e espaciais eram consideradas absolutas e imutáveis, permitindo a análise da reversibilidade dos fenômenos físicos. Tais adversidades engendraram novos arquétipos para o fazer científico e uma nova concepção sobre a própria natureza da ciência.

A partir dos estudos de Carnot, Lorde Kelvin, Clausius, Brillouin, Maxwell, Loschmidt e Boltzmann sobre os fenômenos térmicos, com o desenvolvimento da Termodinâmica e a sua abordagem microscópica, pela Mecânica Estatística, a previsibilidade e reversibilidade previstas nos eventos físicos da mecânica consolidada já não eram suficientes na explicação da entropia, um conceito probabilístico sugerido inicialmente por Maxwell e formalizado por Boltzmann³ na descrição da Segunda Lei da Termodinâmica. Esses eventos transcenderam a discussão filosófica da ciência moderna e se pautavam numa polêmica de natureza lógico-científica sobre o comportamento atômico em condições irreversíveis sob condições termodinâmicas (GERMANO, 2011). Neste mesmo período, a solução de uma instabilidade teórica nas equações de campos eletromagnéticos de Maxwell, chamada de não-invariância (isto é, não eram invariantes por mudanças de referenciais

³ Confira, por exemplo, Bassalo e Farias (2015).

inerciais, uma das bases da construção newtoniana), culminou na superação do espaço e tempo absolutos, abrindo caminho para a Teoria da Relatividade (DIONÍSIO, 2004).

Com os avanços da Física, na descrição maxwelliana da radiação de natureza eletromagnética, e da Físico-Química, na descrição da estrutura da matéria, a partir da Teoria Cinética dos Gases, a descrição microscópica da interação da radiação com a matéria era encarado como o próximo passo a ser dado, notadamente por motivações de caráter econômico e tecnológico, como, por exemplo, o advento da lâmpada elétrica incandescente (KUMAR, 2008). Estes fatores, por exemplo, são indispensáveis para a descrição das “pequenas nuvens” que, em um equívoco histórico, teriam sido ditas por Kelvin (SCHULZ, 2007), onde, ao serem dissipadas, ao final do século XIX, levariam ao final da escrita da construção, positivista e determinista, da visão física de mundo.

Estes fatores levam a uma visão mistificada, linear e determinista, pressupondo uma visão neutra da ciência e tecnologia, onde, ao final do século XIX os físicos se deparavam com outro problema insustentável pela física newtoniana: a radiação de cavidade. Uma discrepância entre o observado experimentalmente e os cálculos baseados na Teoria Eletromagnética referente ao espectro eletromagnético denominado “região ultravioleta”, suscitou mais uma crise na epistemologia moderna da ciência, engendrando as bases da Mecânica Quântica. A tentativa de compreender a luz emitida por um objeto aquecido, descrever seus mecanismos e explicar os princípios gerais deste fenômeno para delimitá-lo em uma teoria mais abrangente possível, fez com que Max Planck estabelecesse uma séria limitação ao movimento dos osciladores elementares. Com isso, Planck *postulou*⁴ que a energia dos osciladores é uma variável discreta, ou seja, quantizada. Segundo Dionísio (2004),

Planck inaugurou uma era de perplexidade no mundo da Física. Por um lado, logrou construir uma teoria capaz de explicar em todos os detalhes o fenômeno que se propunha, capaz de descrever adequadamente o comportamento do sistema físico em estudo. Mas, por outro lado, deixou-nos na embaraçosa situação de termos que aceitar como verdadeira uma hipótese inteiramente contrária aos fatos, ao senso comum e à própria Física Clássica. [...] A partir deste primeiro episódio um tanto acachapante, outros semelhantes seguiram-se, envolvendo outros fenômenos e outros pesquisadores. A Física Quântica avançou, tornou-se uma teoria consistente e abrangente, ofereceu uma descrição adequada dos fenômenos em escala atômica e subatômica, o que pode ser comprovado pelo sucesso da tecnologia à qual deu sustentação. Porém, a cada passo constrangeu os físicos a admitirem mais uma hipótese aparentemente absurda, contrária ao senso comum e, principalmente, incompatível com a já consagrada Física Clássica (DIONÍSIO, 2004, p. 7).

⁴ De acordo com o dicionário Houaiss, postulado significa, também, “afirmação ou fato admitido sem a necessidade de demonstração”.

Dessa forma, na contramão do positivismo, a Teoria Quântica reintroduz aspectos metafísicos na proposição de variáveis de essência e existência (PONCZEK, 2009). O desenvolvimento da Física na primeira metade do século XX ocorreu de maneira intensa e prodigiosa. Os físicos energistas ganharam terreno com a Teoria da Relatividade e Mecânica Quântica, os dois pilares da chamada Física Contemporânea.

Ao mesmo tempo, no campo filosófico-epistemológico, novos pensadores ganham notoriedade ao proporem reflexões sobre a ciência recém fundada. Entre eles, Gaston Bachelard com a construção de uma epistemologia intrinsecamente histórica e crítica ao materialismo e ao idealismo (LOPES, 1996). O pensamento bachelardiano baseia-se em rupturas epistêmicas e na relatividade do objeto. Com isso, a nova ciência surge com a descontinuidade do pensamento moderno e do senso comum, aliás, é justamente o senso comum – aquele do qual a realidade objetiva é obtida apenas a partir dos sentidos – que Bachelard denomina de obstáculo epistemológico. Nas palavras de Lopes (1996),

Com efeito, para Bachelard não devemos ver no real a razão determinante da objetividade: o problema da verdade não deriva do problema da sua realidade. O que entendemos por realidade faz-se em função de uma organização do pensamento. Por isso, ele afirma que devemos colocar o problema da objetividade em termos de métodos de objetivação: uma prova de objetividade existe sempre em relação a um método de objetivação, a objetivação de um pensamento à procura do real (LOPES, 1996, p. 259).

Deste modo, a verdade científica pode ser entendida como um processo intelectual de interpretação da natureza que precisa romper com as concepções preexistentes baseadas nas percepções sensoriais. Entretanto, a ruptura ontológica entre sujeito/natureza é mantida. O real científico é condicionado não à descrição da natureza, mas a um duplo processo de produção do fenômeno pelo cientista a partir da teoria e da técnica (LOPES, 1996).

IV. A sociedade pós-moderna: a verdade científica colocada sob suspeição

Os avanços científicos e tecnológicos da primeira metade do século XX frustraram a concepção de ciência progressista. As consequências negativas do desenvolvimento tecnológico – armas nucleares, degradação ambiental, exclusão social, fortalecimento do capitalismo liberal, entre outros – favoreceram o processo de deslegitimação do conhecimento científico (LYOTARD, 2009).

Estes fatos, combinados, levaram ao surgimento da Sociologia da Ciência (MERTON, 2013), onde a comunidade científica foi levada a um exame de consciência diante dos aspectos pejorativos do qual a verdade científica estava posta. Em meados da década de 1960 um grupo de filósofos, sociólogos e historiadores formaram o *Sciences Studies Unit* com base na Universidade de Edimburgo, Escócia, com o intuito de realizar estudos interdisciplinares sobre os aspectos sociais da ciência. Esse grupo, que mais tarde constituiu o

chamado Programa Forte de Sociologia do Conhecimento (PFS) e que tem como maior expoente o sociólogo David Bloor, buscava entender não apenas a organização, mas o próprio conteúdo do conhecimento científico em termos sociológicos (SISMONDO, 2010). Com isso, o grupo constituiu um conjunto premissas metodológicas⁵ que redirecionou a função do contexto social na explicação do problema do conhecimento. Assim, o sociólogo deve investigar o conhecimento científico de forma simétrica com o modo que formula e desenvolve hipóteses para explicar as origens sociais das ideologias políticas ou as raízes culturais. O conhecimento científico, deste modo, não é mais alcançado como consequência de um processo cognitivo próprio livre de influências sociais, e passa a ser visto como uma prática social. Importante destacar que o princípio de simetria proposto pelo PFS tinha como fundamento a análise equitativa entre os aspectos causais envolvidos nos sucessos e nos fracassos da atividade científica, tanto àqueles internos quanto aos externos da comunidade científica (FREIRE, 2013). Esse tipo de simetria difere substancialmente da análise simétrica proposta por Bruno Latour e que será discutida mais a frente no tópico sobre não-modernidade.

Posteriormente, na década de 1990, se por um lado a queda da União Soviética representou o fim do ideal modernista de acabar com a dominação do homem pelo homem, a realidade dos impactos ambientais, com a descoberta do buraco na camada de ozônio, também acabou com outra vertente modernista, da dominação da natureza pelo homem, dados os avanços da Ciência e da Tecnologia (LATOURE, 2013).

O coletivo destas desilusões viabilizou a ascensão do ideal pós-modernista, que, ao apontar para as limitações e os fracassos supracitados do modernismo, foi levado à crença de que a descrição da natureza poderia ser feita apenas com base no discurso. Para Lyotard (2009), a alvorada da tecnologia cibernética nas culturas pós-modernas alterou a condição do saber. Nesse sentido, o saber científico tornou-se uma categoria do discurso, e isso impactou diretamente na pesquisa e na transmissão do conhecimento. A ciência passa ser o fator de interesse da sociedade avançada com o intuito de se informatizar. O conhecimento é científico quando obtido a partir do estatuto cibernético sobre os enunciados e, portanto, regido por uma lógica própria da supremacia informacional. Os enunciados científicos passam a ser aceitos como saber na medida em que se estabelece uma relação de produtores e consumidores de informações. (LYOTARD, 2009).

Ademais, o problema para Lyotard, estaria na legitimação do saber estar subjugada à legitimação da linguagem informacional. Essa condição, aliada a certo controle da máquina sobre o poder público e as instituições civis, fomenta a ânsia das sociedades avançadas em se

⁵ De acordo com Sismondo (2010, p. 47), o Programa Forte de Sociologia do Conhecimento pauta-se em quatro princípios de abordagens metodológicas: 1) Causalidade, isto é, deverá interessar-se nas condições que geram as crenças ou estados de conhecimento; 2) Imparcialidade em relação à verdade e a falsidade, racionalidade ou irracionalidade, sucesso ou fracasso. Ambos os lados dessas dicotomias requerem explicação; 3) Simetria em seu estilo de explicação. Os mesmos tipos de causa explicariam, por exemplo, crenças verdadeiras e falsas; 4) Reflexividade. Em princípio, seus padrões de explicação terão que ser aplicáveis à própria sociologia.

informatizar sem necessariamente se ater à originalidade ou à ambição de verdade. A tecnologia passou a ser provedora do critério operacional. A pesquisa está subordinada, então, à sua capacidade de traduzir os seus resultados em linguagem de máquina que será mercantilizada. Para ele, o saber que não pode ser traduzido nesses termos será abandonado, visto que o grande produto comercial do mundo pós-moderno é a informação. E, sendo ele mercadoria informacional substancial ao controle produtivo, torna-se ferramenta de dominação na disputa pelo poder. Portanto, a legitimação do saber carrega intrinsecamente a legitimação do poder. Isso fica claro quando Lyotard indaga: “quem decide o que é saber, e quem sabe o que convém decidir?” (LYOTARD, 2009, p.14).

O pós-modernismo é, portanto, um ideal amplo e diverso, tendo tornado-se objeto de discussão nas Ciências Humanas e Sociais em décadas recentes, de onde foi feita a ponte para os estudos da Ciência e da Tecnologia (DUSEK, 2009). Ao colocar ênfase em uma natureza estruturada pela linguagem da nossa compreensão da realidade, o pós-modernismo também rejeita visões racionalistas e científicas, com suas ênfases na capacidade do pensamento racional em Ciência e Filosofia para compreender a natureza da realidade. Dessa forma, a tentativa da ciência racionalista do ideal moderno de expurgar a crença no transcendental das explicações dos fenômenos acabou permitindo seu ressurgimento na geração pós-moderna que, devido ao vazio deixado pela crise da razão, se encontra numa profunda sede de segurança e de certeza (NOVAES, 2007). Finalmente, o pós-modernismo rejeita teorias dos séculos XVIII, XIX e do começo do século XX, como o Iluminismo, o Positivismo e o Marxismo, ao negar o progresso humano, com base nos fatos da ciência com produtora de artefatos destinados ao genocídio humano os a desastres ambientais (DUSEK, 2009; LIMA *et al.*, 2019).

V. Não-modernidade de Bruno Latour: uma nova exegese da construção do conhecimento

Bruno Latour, a partir de estudos etnográficos da ciência, se afasta do pensamento de ciência como pura prática social (FREIRE, 2013) e apresenta uma crítica forte à concepção moderna de ruptura sujeito-natureza (Fig. 1) estabelecida inicialmente em Descartes e confirmada pelo kantismo. Com isso, a condição de verdade científica adquire para este autor uma nova configuração. Entretanto, para compreender tal configuração, é imperativo analisar antes a visão de Latour sobre as relações entre sociedade e natureza e seu descolamento da filosofia moderna.

Para Latour, a separação ontológica entre homem (sociedade) e natureza (objeto-em-si) moldou o entendimento sobre o desenvolvimento científico e tecnológico nos últimos séculos. Este se constitui, portanto, em um conjunto de práticas, um processo de purificação que estabelece “uma partição entre um mundo natural que sempre esteve aqui, uma sociedade com interesses e intenções previsíveis e estáveis, e um discurso independente tanto da referência quanto da sociedade” (LATOUR, 2019, p. 21).

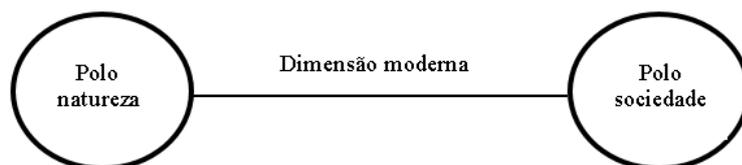


Fig. 1 – Separação moderna entre os polos natureza e sociedade. Adaptado de Latour (2019, p. 39).

Em *Jamais Fomos Modernos* (2019), Latour baseia-se na descrição do que ele chama de antropologia comparada de Shapin e Schaffer (1985) sobre o embate político-científico do soberano de Hobbes e da bomba de ar de Boyle no século XVII para mostrar como a modernidade construiu um sistema de regras que consolidou a ruptura entre o natural e o social (LIMA *et al.*, 2018). Contrariando a validação do argumento por meio da estrutura apodítica (de proposições lógicas) que predominava até então, Boyle assume a doxa, a partir do testemunho de pessoas confiáveis em torno da cena de ação dentro do laboratório, para aferir a existência de um fato, de uma nova verdade científica. Com esse estilo empírico, os cientistas tornaram-se porta-vozes dos objetos naturais (mudos), isto é, interpretam os dados oferecidos pelos fenômenos e equipamentos de pesquisa. Já o contrato social de Hobbes abandona qualquer forma de transcendência – seja natural ou divina – que esteja fora do controle do soberano. Da mesma forma que o cientista é o representante da natureza na tradição boyleana, o soberano de Hobbes é o representante de uma multidão, ou seja, a unidade daquele que ele representa. Assim, todo o desenvolvimento da sociedade é imanente, ou seja, a sociedade é construída pelos homens e somente por eles, determinando livremente sobre o seu destino (LATOURE, 2019).

Os discípulos de Boyle e os descendentes de Hobbes, segundo Latour, mantêm essa dicotomia entre natureza e sociedade. Em outras palavras, a natureza independe das relações sociais, com sua essência antecedendo sua existência, ou seja, o resultado do trabalho de um cientista constitui uma “descoberta” de algo que sempre existiu e que ainda estava oculto esperando para ser desvendado. Já a sociedade depende necessariamente e somente das relações sociais para existir, ou seja, sua existência precede a sua essência. Essas são duas garantias bases do que Latour (2019) chama de Constituição dos Modernos.

As garantias constitucionais dos modernos, então, asseguram a ruptura dos polos natureza-sociedade a partir da não-humanidade da natureza e da humanidade do social. Entretanto, para Latour, essa purificação não teria sentido se o resultado das interações entre sujeito e objeto, ou seja, natureza e sociedade não constituíssem num novo ente: o híbrido. Esse conjunto de práticas de interação, “cria, por ‘tradução’, misturas entre gêneros de seres completamente novos, híbridos de natureza e cultura”. (LATOURE, 2019, p. 20). A tradução é, portanto, o processo de mediação, de um vínculo novo que até certo ponto modifica os dois

originais. (LATOURE, 2001). Assim, as garantias da modernidade não podem ser tomadas separadamente; elas se sustentam e servem de contrapeso mútuo. Por essa perspectiva, as duas primeiras garantias se contradizem uma em relação a outra e por si mesma. Primeiro, o cientista “constrói” artificialmente a natureza em seu laboratório e após diz o que “descobriu”. Segundo, a sociedade sempre busca “objetos” para sustentá-la de forma indelével. Trata-se, portanto, de uma questão de imanência e transcendência desses polos. Se a natureza pode ser construída no laboratório, ela não é transcendente. Se a sociedade se sustenta sobre objetos, ela não é imanente. Para resolver esses paradoxos, os modernos acrescentaram mais uma garantia constitucional: separa-se radicalmente o natural do social mesmo o primeiro sendo construído pelos homens e o segundo dependente de objetos e ainda se separa radicalmente o trabalho dos híbridos do trabalho da purificação (tabela 1). Dessa forma, “as duas primeiras garantias só serão contraditórias enquanto a terceira não afastá-las para sempre uma da outra, fazendo de uma simetria por demasiado óbvia duas assimetrias contraditórias que a prática resolve sem nunca poder se expressar”. (LATOURE, 2019, p. 46). Além disso, a proposta moderna nega definitivamente a existência dos híbridos e exclui a possibilidade de um Deus na realidade.

Tabela 1 – Garantias constitucionais dos modernos. Adaptado de Latour (2019, p.47).

Constituição moderna
Primeira garantia: ainda que sejamos nós que construímos a natureza, ela existe como se não a construíssemos.
Segunda garantia: ainda que não sejamos nós que construímos a sociedade, ela existe como se nós a construíssemos.
Terceira garantia: a natureza e a sociedade devem permanecer absolutamente distintas; o trabalho de purificação deve permanecer absolutamente distinto do trabalho de mediação.

Deste modo,

É moderno quem foge de um passado em que a verdade dos feitos e as ilusões dos valores se misturam de um modo inextricável; é moderno quem pensa que, em um futuro próximo, a Ciência vai finalmente se apartar, de forma completa, da confusão arcaica com o mundo da política, dos sentimentos, das emoções, das paixões. O moderno, o modernizador, é, portanto, aquele que sempre está fugindo em direção a um futuro radiante, que só é possível capturar quando em contraste com um passado odioso (LATOURE, 2016, p. 111).

No entanto, aquilo que os modernos negam, isto é, a produção de híbridos, ocorre de forma mais intensa, pois não há como realizar as práticas de purificação sem usar a tradução. (LIMA *et al.*, 2018). Esta proliferação dos híbridos causada pela modernidade torna insustentáveis as garantias desta Constituição. Com a invasão constante “dos embriões congelados, sistemas especialistas, máquinas digitais, robôs munidos de sensores, milhos

híbridos, bancos de dados, psicotrópicos liberados de forma controlada, baleias equipadas com rádio-sondas, sintetizadores de genes, analisadores de audiência, etc.” (LATOURE, 2019, p. 68), o trabalho de purificação fica cada vez mais colapsado a ponto de não poder mais separar o que é sociedade e o que é natureza. Como argumento, Latour (2019) usa os exemplos do buraco na camada de ozônio e do aquecimento global. Os dois fenômenos são, para ele, tanto obras humanas quanto obras naturais, são tanto locais quanto globais. Não há como descrevê-los sem mencionar que as atividades humanas e a ação dos componentes naturais se fundem. Ao rejeitar a condição moderna, muitos críticos podem tentar enquadrar a filosofia latouriana como pós-moderna. Entretanto, o próprio Latour se exime desta compreensão ao afirmar que o pós-modernismo “vive sob a Constituição moderna mas não acredita mais nas garantias que esta oferece” (LATOURE, 2019, p. 63). Portanto, se jamais fomos modernos, é ilógico categorizar o pensamento de Latour como pós-moderno. Assim, conforme a Fig. 2, a dimensão não-moderna traça uma nova perspectiva para o reconhecimento dos híbridos.

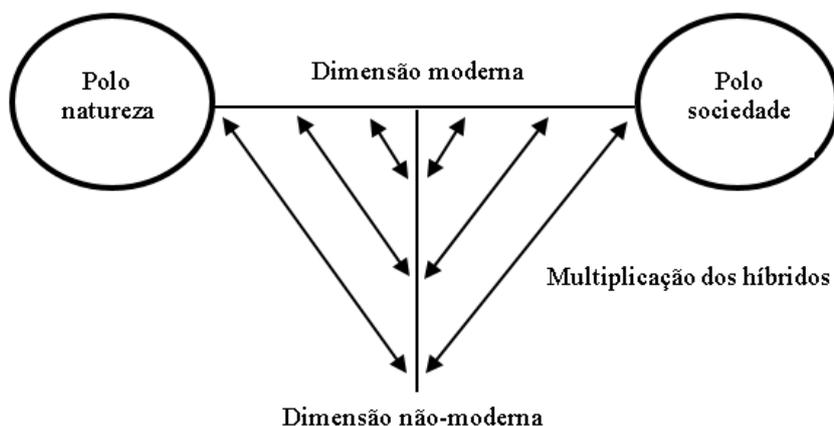


Fig. 2 – Dimensão não-moderna para a multiplicação dos híbridos. Adaptado de Latour (2019, p. 70).

A condição não-moderna rejeita a projeção longitudinal vista isoladamente e que rompe os polos natureza-sociedade e propõe uma análise que, além da observância longitudinal, considera a projeção latitudinal como fundamental na caracterização da multiplicação dos híbridos. A partir do desdobramento das duas dimensões simultaneamente os híbridos poderão ser alocados em uma nova ontologia, filosofia, Constituição (LATOURE, 2019). Além disso, a forma moderna de temporalidade, a saber, o tempo como uma flecha irreversível em direção ao progresso que anula o passado antes dele, impede a emergência das causas e das implicações dos objetos da natureza, pois os apresentam como uma sucessão de aparições inexplicáveis, como “milagres”. Nesta perspectiva, a história contingente existe somente para os humanos, os quais só compreendem seu passado a partir de revoluções. Se a natureza e a sociedade são construídas mutuamente, se são resultados de práticas de tradução, tanto os sujeitos quanto os objetos têm história, e é isso (que as próprias coisas tenham

história) é que a modernidade insiste em negar. Essa negação faz com que os objetos irrompam na história como eventos singulares (LATOURE, 1995; 2019).

Outro deslocamento também é feito por Latour: o humano enquanto libertado do polo sujeito. Da mesma forma que os objetos são híbridos do processo de mediação e de purificação simultâneo, o homem desloca-se não apenas longitudinalmente entre os polos natureza-sociedade, como também na forma latitudinal da definição não-moderna. Quanto mais próximo do meio entre os polos natureza-sociedade, mais ele se torna o mediador e o permutador. Para Latour, a expressão “antropomórfico” é uma subestimação da nossa humanidade. O mais apropriado seria falarmos em “morfismos”. O antropos é definido por suas alianças e suas permutas. Uma boa definição para o homem, de acordo com Latour, seria “o de permutador ou recombinador de morfismos” (LATOURE, 2019, p. 173).

A partir da análise simétrica entre natureza e sociedade, Latour propõe então uma Constituição não-moderna que, ao contrário da Constituição moderna, explicita a representação dos híbridos. Para isso, são descartadas algumas garantias que os modernos caucionavam e mantidas as que não comprometem o papel dos híbridos (tabela 2). Deste modo, “o trabalho de mediação torna-se o próprio centro do duplo poder natural e social. As redes saem da clandestinidade. O Império do meio é representado. O terceiro estado, que não era nada, torna-se tudo” (LATOURE, 2019, p. 176).

Tabela 2 – Garantias constitucionais dos não-modernos. Adaptado de Latour (2019, p. 178).

Constituição não-moderna
Primeira garantia: não-separabilidade da produção comum das sociedades e das naturezas.
Segunda garantia: acompanhamento contínuo da colocação em natureza, objetiva, e da colocação em sociedade, livre. No fim das contas, há de fato uma transcendência da natureza e imanência da sociedade, mas as duas não estão separadas.
Terceira garantia: a liberdade é redefinida como uma capacidade de triagem das combinações de híbridos que não depende mais de um fluxo temporal homogêneo.
Quarta garantia: a produção de híbridos, ao tornar-se explícita e coletiva, torna-se objeto de uma democracia ampliada que regula ou desacelera sua cadência.

De maneira distinta dos pré-modernos e dos modernos, Latour admite uma transcendência da natureza e uma imanência da sociedade, mas que ambas as condições são frutos do trabalho de mediação que não dependem de uma separação entre elas. Ele concorda que os modernos estavam certos em assumir os não-humanos como objetivos e as sociedades como livres; o que não aceita é que para que a objetividade da natureza e a liberdade da sociedade existam seja necessário uma distinção absoluta dos dois termos e a supressão do trabalho de mediação. A homogeneidade do fluxo temporal também precisa ser abolida. Na dimensão não-moderna, o fluxo temporal não pode limitar a liberdade de escolha. Essa liberdade não pode se encontrar apenas no polo sociedade; as combinações das associações

devem ser livres da exigência de escolha entre o arcaico e o moderno, o local e o global, o natural e o social. E por fim, trazendo à luz a produção dos híbridos, deixa-se de permitir sua proliferação sem controle, desacelerando, moderando, regulando que se obtém a moralidade não-moderna baseada na produção regulada e consensual dos híbridos.

Com essa revisão da Constituição dos modernos, a ciência é vista de uma forma mais audaciosa, a partir de sua estranha mistura de híbridos, de sua capacidade de recompor os laços sociais. Quando a separação total entre natureza e sociedade é definida, o trabalho de tradução nunca será completo. Entretanto, quando vigora a dúvida da fidelidade das ciências às coisas e da fidelidade do sujeito à sociedade, “as naturezas estão presentes, mas com seus representantes, os cientistas, que falam em seu nome. As sociedades estão presentes, mas com os objetos que a sustentam desde sempre” (LATOURE, 2019, p. 181). Este tipo de explicação simultânea da natureza e da sociedade é chamado de Princípio de Simetria Generalizada (FREIRE, 2013), diferenciando-se do Princípio de Simetria proposto pelo Programa Forte de Sociologia que mantém a separação ontológica sujeito-natureza. Dessa forma, nesta sociologia das associações, são os imbrólios e as redes que precisam ser representados, eles que devem possuir todo o espaço. É de onde as coisas encontram as assembleias de onde podem falar.

VI. A verdade enquanto expansão e sustentação de uma rede sociotécnica

Com a concepção de não-modernidade latouriana e com os resultados de um amplo estudo antropológico da ciência, a dimensão de verdade científica diferencia-se das outras até então estabelecidas, seja no campo filosófico, histórico ou epistemológico. Na obra *Vida de laboratório* (1997), Latour e Woolgar descrevem a produção de um fato na dinâmica do interior da atividade científica. Em um trabalho etnográfico no laboratório de neuroendocrinologia do Instituto Salk, na Califórnia, entre os anos de 1975 e 1977, Latour acompanhou, imerso no contexto da comunidade científica, todas as facetas que envolvem a construção de um enunciado que, mais tarde, poderá ou não se tornar um fato, uma verdade científica. Essa empreitada teve como propósito apresentar uma resposta mais abrangente à questão:

Como a objetividade que não tem a sociedade por origem é produzida por essa sociedade? Para falar como Bachelard, como é feito um fato? Para falar como Serres (1987), como o objeto chega ao coletivo? Para falar como Shapin e Schaffer (1985), como a política da experiência produz uma experiência infinitamente distante de toda política? Para dizer como Bloor, como o conteúdo emerge de seu contexto? É unicamente com relação à essa questão diversamente formulada que se deve julgar os limites dessa primeira pesquisa de campo (LATOURE; WOOLGAR, 1997, p. 34).

Desse modo, Latour justifica a abordagem etnometodológica da atividade científica que a análise de dentro para fora, ou seja, a ciência em movimento, em ação. Assim, para o autor, quando a ciência é examinada a partir do seu produto, pronta, acabada, como ‘caixa-preta’, deixa-se de conhecer a verdadeira face da atividade científica, as disputas, o jogo de poder, as crenças, os aspectos cognitivos, as mediações, a atuação dos não-humanos, as traduções e deslocamentos de objetivos e ideias. Segundo ele, poucos pesquisadores de fora adentraram no âmago da atividade científica e tecnológica e saíram para explicar seu funcionamento aos pares externos (LATOUR, 2011).

Muitos jovens entraram no mundo da ciência, mas se tornaram cientistas e engenheiros; o que eles fizeram está visível nas máquinas que usamos, nos livros pelos quais aprendemos, nos comprimidos que tomamos, nas paisagens que olhamos, nos satélites que cintilam no céu noturno sobre nossas cabeças. Como fizeram, não o sabemos. Alguns cientistas falam de ciência, de seus métodos e meios, mas poucos se submetem à disciplina de também agirem como leigos; o que dizem sobre o que fazem é difícil de conferir sem um esquadramento independente. Outras pessoas falam sobre ciência, de sua solidez, seu fundamento, seu desenvolvimento ou seus perigos; infelizmente, quase ninguém está interessado no processo de construção da ciência. Fogem intimidados da mistura caótica revelada pela ciência em ação e preferem os contornos organizados do método e da racionalidade científica (LATOUR, 2011, p. 23-24).

Reconhecendo que o estudo do fazer científico não é uma novidade, Latour critica a forma como esses estudos foram conduzidos até então. Para ele, a Sociologia das Ciências não considerou o núcleo cognitivo das ciências, explorando apenas as dinâmicas sociais das instituições científicas; a História das Ciências, até aquele momento, havia evitado abordar a ciência do século XX, mesmo vinculando bem os aspectos cognitivos e sociais das ciências do passado; e a História Social das Ciências também não explicou satisfatoriamente o núcleo cognitivo das ciências (SILVA *et al.*, 2019). Assim, a abordagem antropológica de campo permitiria, segundo ele, uma análise que englobasse todos os aspectos durante o processo de construção de uma verdade científica, inclusive a sua dimensão cognitiva (LATOUR; WOOLGAR, 1997), “já que a ciência está fundada sobre uma prática, e não sobre ideias” (FREIRE, 2013, p. 6).

O laboratório é o local onde ocorre a maior parte dessas movimentações. A realidade científica, para Latour, é uma construção social⁶ que ocorre a partir da ordenação da natureza dentro do laboratório e que compreende atores em constantes movimentos. Destaca-se que para ele essa realidade não existe *a priori*, isso significa que ela é a consequência e não a causa da estabilização de um fato.

⁶ O termo social tem um sentido mais abrangente para Latour, conforme discutido na seção anterior. Para ele, sociedade e natureza constituem o que ele denomina de coletivo de humanos e não-humanos que se estende por redes em que cada ponto ou nó encontra-se um componente ligado por suas mediações (LATOUR, 2001; 2005; 2019).

A atividade científica não trata da “natureza”, ela é uma luta renhida para construir a realidade. O laboratório é o local de trabalho e o conjunto das forças produtivas que torna essa construção possível. Cada vez que um enunciado é estabilizado, ele é reintroduzido no laboratório (sob a forma de máquina, de inscitor, de saber, de rotina, de pré-requisitos, de dedução, de programa etc.), e aí é utilizado para aumentar a diferença entre os diversos enunciados (LATOUR; WOOLGAR, 1997, p. 278).

O laboratório é um local caótico submerso em instrumentos, procedimentos metodológicos, inscrições, gráficos, folhas de dados, etc. A realidade científica é criada a partir da ordenação desse caos. Os enunciados emergem da massa de números, de curvas produzidas pelos inscitores (nesse aspecto pode-se perceber a importância da participação dos não-humanos na construção da realidade, conforme Latour admite com sua ideia de não-modernidade), pela retórica dos cientistas. “O que separa os cientistas do caos é uma parede de arquivos, de etiquetas, de livros de protocolos, de números e de artigos. Mas essa massa de documentos fornece o único meio de criar mais ordem e, assim [...], de aumentar a quantidade de informação em um lugar” (LATOUR; WOOLGAR, 1997, p. 281). Desse modo, tem-se uma mobilização de atores para extração de dados ou imagens que são convertidos em enunciados e que, por sua vez, irão compor os artigos científicos.

A construção de um fato na ótica desses autores é um processo lento e material das operações práticas dos cientistas que transformam enunciados de níveis menores em enunciados de níveis maiores de facticidade a partir da ordenação da natureza. Para que o fato seja estabelecido, levam-se em conta diversos fatores como, por exemplo, o número de atores na área de pesquisa, a credibilidade e a filiação institucional dos atores, do laboratório, do estilo de artigos, arregimentação de aliados externos e do ineditismo dos enunciados. As circunstâncias, isto é, aquilo que estão à volta, moldam toda atividade científica (LATOUR; WOOLGAR, 1997).

O resultado da construção de um fato é que ele parece não ter sido construído. O resultado da persuasão retórica em um campo agonístico é que os participantes ficam convencidos de que não estão bem convencidos. O resultado da materialização é que as pessoas podem jurar que as considerações materiais são apenas um componente menor do “processo de pensamento”. O resultado do investimento em credibilidade é que os participantes podem afirmar que a economia e as convicções não intervêm de modo algum na solidez da ciência. Quanto às circunstâncias, elas simplesmente desaparecem dos relatórios, reservados antes à análise política do que uma apreciação do mundo duro e sólido dos fatos! (LATOUR; WOOLGAR, 1997, p.273).

Quando o fato tem um número grande de elementos amarrados (imagens, gráficos, números, testes, enunciados factíveis, aliados externos), ele se torna muito caro na corrida probatória. Isso significa que para questioná-lo demandaria a movimentação de um grande

número de ações técnicas, financeiras e de credibilidade. Um problema pior, de acordo com esse autor, é o fato criado ser ignorado ou deformado. Isso acontece quando o fato, comunicado por um artigo, deixa de ser citado ou, quando lido superficialmente, é utilizado como apoio a uma afirmação que se opõe frontalmente àquilo proposto pelo autor (LATOURE, 2011). Quando, ao contrário, o fato é aceito por leitores externos, citado sem deturpações, e então estabelecido, ele começa a ganhar aliados em outros lugares que usarão seus enunciados em outras pesquisas. Assim, “a construção do fato é um processo tão coletivo que uma pessoa sozinha constrói sonhos, alegações e sentimentos, mas não fatos” (LATOURE, 2011, p. 60). Segundo Freire (2013),

Isso significa que um fato científico só existe se for sustentado por uma rede de atores e que, assim, o cientista nunca remete à natureza em si, mas aos seus colegas e à rede que o constitui como tal. Nesse sentido, podemos dizer, em última instância, que uma ciência não se universaliza, mas que sua rede se estende em grandes proporções e se estabiliza, desembaraçando-se de todos os determinantes de tempo e lugar e de qualquer referência ao processo de sua produção (FREIRE, 2013, p. 10).

Portanto, o fato, ou a verdade científica, ganha características de uma rede em que os recursos estão concentrados em poucos lugares (nas laçadas e nos nós) interligados (fios e malhas). Entretanto, a manutenção dessa rede requer um trabalho exaustivo do cientista em impedir que ocorram alterações conceituais no fato estabelecido a partir do que Latour chama de translação⁷ do objetivo inicial. O papel do cientista é também fazer com que mais pessoas se engajem na disseminação espaço-temporal do fato criado (LATOURE, 2011). A verdade científica na visão latouriana é, então, entendida como uma construção do coletivo humano e não-humano, não causal, em forma de rede de atores e que, quanto mais disseminada no espaço e no tempo, mais estabelecida será.

VII. Implicações para o ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental II

A Física Moderna e Contemporânea caracteriza-se pela sofisticação nas interpretações dos fenômenos quânticos e relativísticos. Grande parte dos conceitos construídos pela comunidade científica demanda um elevado grau de abstração e de experiências mentais. Isto não quer dizer, entretanto, que tais conceitos derivam tão somente da capacidade imaginativa dos cientistas. Na visão proposta por Latour de construção coletiva de conhecimento, entende-se que os avanços da ciência aos níveis subatômicos e cosmológicos representam uma laboriosa dinâmica de arregimentação de diversos atores por processos de tradução, translação e harmonização da explicação com a realidade constituída e

⁷ “Interpretação dada pelos construtores de fatos aos seus interesses e aos das pessoas que eles alistam” (LATOURE, 2011, p. 168).

a expansão deste conjunto de conceitos e práticas em forma de rede. Nesse sentido, sendo a educação o primeiro contato formal da maioria da população leiga com esses novos conceitos, o ensino de ciências deve-se atentar para que quando um fato estabelecido pela comunidade científica é deformado ou utilizado para reforçar argumentos opostos aos princípios contextuais de construção deste fato, abre-se caminho para a produção de discursos vinculados à pós-verdades⁸, que se estenderão como redes concorrentes ao conhecimento científico. Exemplos disso são as chamadas “cura quântica”, “coach quântico”, “cadeira magnética quântica”, etc que se apropriam de conceitos estabelecidos pela Mecânica Quântica como afirmação de redes paralelas às da ciência.

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) da educação brasileira estabelece como objetos de conhecimento para a área de Ciências da Natureza (CN) nos anos finais do ensino fundamental, tópicos que são explicados pela Física Moderna e Contemporânea, tais como estrutura da matéria, radiações e evolução estelar (BRASIL, 2017). Ainda na apresentação da área de CN, o documento ressalta que:

a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (BRASIL, 2017, p. 321).

Para Videira e Francisquini (2018) temas de Física Moderna e Contemporânea devem ser trazidos à luz pelos professores de ciências, visto que tais assuntos estão presentes no cotidiano das pessoas expostos principalmente pela mídia e os outros veículos de comunicação. Além disso, como forma de possibilitar o raciocínio analítico sobre o desenvolvimento da ciência contemporânea, é necessário que os professores “se interessem em conhecer as técnicas, práticas e culturas de uma disciplina ao invés de aterem-se somente aos seus resultados finais” (VIDEIRA; FRANCISQUINI, 2018, p. 93).

Nesse sentido, entendemos que a concepção dada à natureza da ciência nesta etapa da aprendizagem contribui para a desmistificação do fazer científico e para a inviabilização da sustentação de concepções alternativas e a disseminação de pós-verdades que envolvem os conceitos de Mecânica Quântica e Relatividade, por exemplo. Ademais, a prática do ensino de física baseada apenas nos métodos do período moderno de produção do conhecimento científico, a saber, o método empírico-racionalista, fortalece a visão dogmática da ciência e priva os estudantes da análise das diferentes visões que constituem o processo de construção da ciência. De acordo com Kneubil (2008), “muitos professores acreditam e ensinam aos seus alunos que a ciência ainda é construída de maneira linear, com etapas bem definidas do

⁸ De acordo com o dicionário Oxford, o termo pós-verdade (*post-truth* em inglês) designa “relacionar ou denotar circunstâncias nas quais fatos objetivos são menos influentes na formação da opinião pública do que apelos à emoção e crença pessoal” (tradução nossa). Definição disponível em <<https://www.lexico.com/definition/post-truth>>. Acesso em: 26 mai. 2020.

método científico” (KNEUBIL, 2008, p. 7). Dessa forma, quando as “teorias e leis físicas são apresentados como fatos com comprovação experimental, e sendo assim, assumem caráter de verdade indiscutível, intensificando de forma significativa uma visão realista ingênua não favorecendo as reflexões dos alunos” (LISBÔA; PESSOA JUNIOR, 2015, p. 51), abrem-se lacunas epistemológicas que podem favorecer o surgimento de concepções alternativas sobre a própria natureza da ciência.

Por outro lado, o relativismo epistêmico aflorado pela crise do positivismo, dando início à chamada era pós-moderna, por vezes deturpou as questões pertencentes à própria natureza da ciência. Para os pesquisadores Romero-Maltrana *et al.* (2019), algumas tendências educacionais distorceram os objetivos e conteúdos científicos e, apoiando-se em um determinado ponto de vista filosófico, obscureceram as questões centrais da atividade científica, enfatizando em vez disso, o seu papel subjetivo e influenciado por ideias e poderes sociais externos. Esse fenômeno contribuiu para as chamadas “guerras da ciência” (ROMERO-MALTRANA *et al.*, 2019), onde as verdades científicas foram colocadas sob suspeição, abrindo espaços para questionamentos sobre sua validade e suas intencionalidades.

Apesar de o estudo sobre as ciências de Bruno Latour não ser recente, com diversas publicações desde o último quarto do século XX e início do século XXI, ainda há poucos trabalhos que relacionam sua concepção da produção do fato científico com o ensino de ciências na educação básica e mais precisamente com o ensino de Física Moderna e Contemporânea nos anos finais do ensino fundamental. Alguns autores (MASSONI; MOREIRA, 2017; LIMA *et al.* 2018; LIMA *et al.* 2019) apontam esse referencial como frutuoso nas abordagens metodológicas da educação científica. Para Lima *et al.* (2018) a adoção da visão latouriana da atividade científica no ensino poderia revolucionar a forma como praticamos a educação em ciências. Para esses autores, deve-se abrir a caixa preta da Física para que a construção das teorias seja trazida à luz, evidenciando o caráter processual da produção científica e, dessa maneira rever a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) firmada numa reflexão mais profunda sobre a natureza da ciência. Ademais, o ensino de ciências deve fomentar a leitura e a escrita científica por meio de discussões sobre os elementos textuais característicos desta atividade (LIMA *et al.* 2018).

Em outro trabalho, Lima *et al.* (2019) discutem a visão reduzida da natureza da ciência e o apagamento das redes que sustentam as proposições científicas como porta de acesso à teorias da pós-verdade. Os autores propõem como forma de superação deste problema uma Educação em Ciências subsidiada por uma metafísica ecológica em oposição ao tratado modernista de ruptura ontológica entre sujeito-objeto em que se evidenciam as redes que sustentam as verdades científicas e as tentativas de sua desarticulação por redes concorrentes (LIMA *et al.*, 2019).

Para Massoni e Moreira (2017), por exemplo, a visão latouriana da construção da verdade científica pode contribuir ao ensino de ciências quando se considera que:

1) ensinar conceitos científicos aos jovens é indispensável para que compreendam o mundo atual; 2) não é suficiente ensinar ciência clássica (e. g., a mecânica newtoniana), é fundamental, por exemplo, ensinar Física Moderna e Contemporânea, pois é ela quem produz novos “seres”, novos fatos científicos, novas propriedades que precisam ser socializadas, como adverte Latour; 3) incitar a reflexão sobre as consequências desses novos “seres” e fatos sobre a forma como são produzidos é fundamental para o despertar da consciência crítica; 4) discutir também os riscos e incertezas do uso das tecnologias, do consumo e seus reflexos no meio ambiente, da forma de vida das sociedades modernas é um caminho interessante para a formação de cidadãos críticos e participativos desse modelo de “experiência coletiva” (MASSONI; MOREIRA, 2017, p. 77).

O que queremos propor neste trabalho, portanto, é que a compreensão conceitual dos novos seres produzidos pela Física Moderna e Contemporânea é tão importante quanto o entendimento da rede sociotécnica do qual eles participam. Quando o processo de ensino-aprendizagem trivializa os conceitos estabelecidos e relativiza as redes que os sustentam, criam-se condições para a deformação da verdade e, conseqüentemente o surgimento de concepções alternativas e/ou o reforço de redes concorrentes. Neste sentido, sustentamos que o ensino de Física Moderna e Contemporânea mediado por tecnologias digitais torna-se um aliado na construção de representações mentais de conceitos não tangíveis pelos órgãos sensoriais, reduzindo o risco de deformação da verdade científica e de sua rede de sustentação.

Deste modo, mantendo-se a simetria da análise dos estudos científicos nas relações firmadas em um coletivo de humanos e não-humanos – no caso proposto, de estudantes e tecnologias digitais –, Latour (2001) convida para a observância de significados mais sofisticados para a expressão *mediação técnica*. Nesse sentido, deve-se considerar que uma ação não é resultado de apenas um atuante do coletivo, ou seja, uma propriedade exclusivamente sociológica ou materialista, de responsabilidade unilateral na separação ontológica moderna entre sujeito-objeto, “mas de uma associação de atuantes” (LATOURE, 2001, p. 2010). Esta associação constitui um novo ser, um híbrido que não se distingue somente pela nova definição de objetivos emergidos pela mediação, ou pela translação de interesses, ou pela permutação de vários subprogramas possíveis na relação estabelecida, mas pela alteração na respectiva substância expressiva do novo ser. Há, portanto, um novo elemento que não existiria caso se considerasse assimetricamente a relação entre sujeito-objeto, sociedade-natureza (LATOURE, 2001).

Em “A Esperança de Pandora”, Latour (2001) propõe significados complementares para a mediação técnica. Podemos exemplificar o primeiro, baseando-se na interferência (desvio) e translação, transportando essa análise para a permutação de objetivos entre uma tecnologia de informação e comunicação (TIC) – por exemplo, um simulador virtual de fissão

nuclear⁹ – e um estudante de ciências, pode-se considerar que a articulação entre os atuantes desse processo constituirá um novo ser, isto é, neste caso o próprio processo de aprendizagem será um híbrido latouriano (Fig. 3).

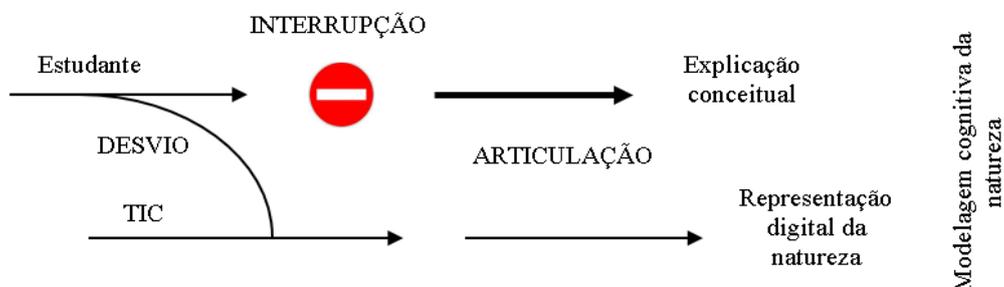


Fig. 3 – Mudança da natureza do significado a partir da articulação entre cognição e computação extracerebral. Adaptado de Latour (2001, p. 215).

No caso em tela, a interrupção também se dá pela natureza do fenômeno não ser sensorial, como no caso da mecânica newtoniana e a sua visão antropomórfica de corpos (geralmente representados por blocos) em contato e forças através de vetores (“flechas”, para os alunos). Por não haver representação sensorial para o fenômeno da fissão nuclear, há uma interrupção no processo de ensino-aprendizagem, centrado no aluno. A composição com a TIC (o simulador de fissão nuclear), com a conseqüente articulação e tradução, nas definições de Latour (2001), permite chegar ao novo objetivo comum (translação), a modelagem cognitiva da natureza.

No segundo significado de mediação técnica, “composição”, Latour coloca como exemplo a sentença “O (avião) B-52 não voa, a Força Aérea Americana voa. A ação não é uma propriedade de humanos, *mas de uma associação de atuantes*” (LATOUR, 2001, p. 209-210). No caso, procura-se evidenciar ainda mais o caráter híbrido dessas formas de mediação. Há um conjunto de atuantes, humanos (pilotos, controladores de voos) e não-humanos (aviões, combustível, condições climáticas), que através de sucessivos desvios e sucessivas composições, chegam ao objetivo composto. Este segundo significado costuma ser negligenciado ou até mesmo completamente excluído dos processos de ensino-aprendizagem de Física Moderna e Contemporânea. Na Fig. 4, a partir de um primeiro subprograma (a sociedade necessita de energia elétrica) surge o primeiro desvio (não há fontes fósseis ou renováveis disponíveis) onde há uma composição com um segundo subprograma (a pesquisa em Física Nuclear), cujo segundo desvio (dificuldades tecnológicas) articula-se com outro subprograma (questões políticas, geopolíticas, ambientais), onde um simples átomo torna-se um híbrido, como o buraco da camada de ozônio e a Força Aérea Americana. É impossível

⁹ Como, por exemplo, disponível em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/nuclear-fission>. Acesso em: 18 jun. 2020.

discutir e proporcionar indícios de ensino e aprendizagem do tema “Física Nuclear” sem discutir os aspectos tecnológicos envolvidos (é possível construir armas atômicas?), bem como aspectos políticos (o equilíbrio geopolítico no continente é alterado de posse de armas atômicas?) e socioambientais (o que fazer com o lixo atômico? Qual a análise dos riscos de um acidente nuclear?). A não discussão dessas nuances e articulações pode levar ao surgimento de pós-verdades, em que uma sociedade, por exemplo, recusa-se a discutir a possibilidade de adoção da energia nuclear, baseada no mito, sustentado pela linguagem, “a usina de Chernobyl explodiu”, sem que este mesmo fato seja analisado imerso na respectiva rede sociotécnica.

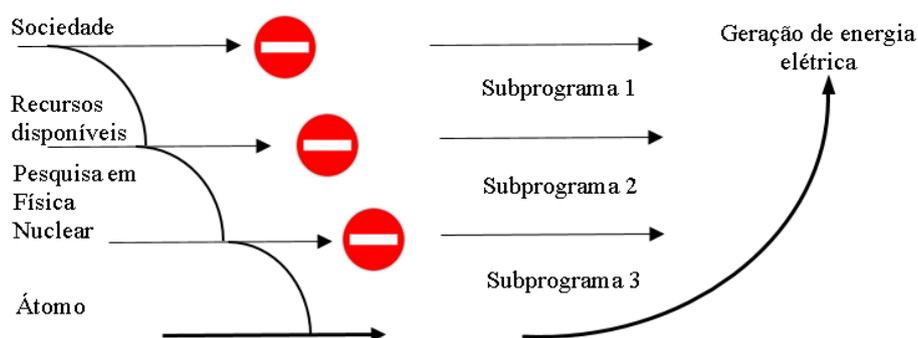


Fig. 4 – Articulação de subprogramas na composição de um objetivo. Adaptado de Latour (2001, p. 209).

Para que isso seja feito de forma embasada, Latour propõe o terceiro significado de mediação técnica, “o entrelaçamento de tempo e espaço”, onde o formato e os atuantes dispostos nas Fig. 3 e 4 podem alterar substancialmente, a depender das condições espaciais (onde? Por quem?) e temporais (quando?) acomodam-se com a passagem do tempo, ou recomposição posterior de eventos (uma reconstituição de um acidente a partir dos fragmentos dos objetos). Para explicar o acidente de Chernobyl, uma composição técnica (uma usina nuclear de grande porte em uma região carente de recursos hídricos) com aspectos sociais (a situação da então União Soviética no período). No passo 1 da Fig. 5, podemos ver os atuantes A (o reator nuclear) e B (os operários na usina) de forma desinteressada entre si, alimentando o mito de que “o reator explodiu porque é intrinsecamente inseguro, não depende da forma como é operado por humanos”, o que em si permite sua caracterização como uma pós-verdade. Já o passo 3 coloca três subprogramas em paralelo, A (necessidade de eletricidade), B (os operários, a sua formação e o seu esforço para o funcionamento da usina) e C (a situação econômica já em degradação na União Soviética, limitando recursos para manutenção da usina e na capacitação dos operários). Ignoradas essas composições, podemos ter o passo 6 (o obscurecimento dessas composições) e o passo 7, a simples pontualização (o reator simplesmente explodiu). Frequentemente adotados na forma de ensinar ciências, novamente, não evidenciar toda a rede sociotécnica, ao limitar as relações entre os diversos

atuantes, humanos e não-humanos, portam-se como subsídios para o surgimento de concepções alternativas e de pós-verdades relacionadas ao tema.

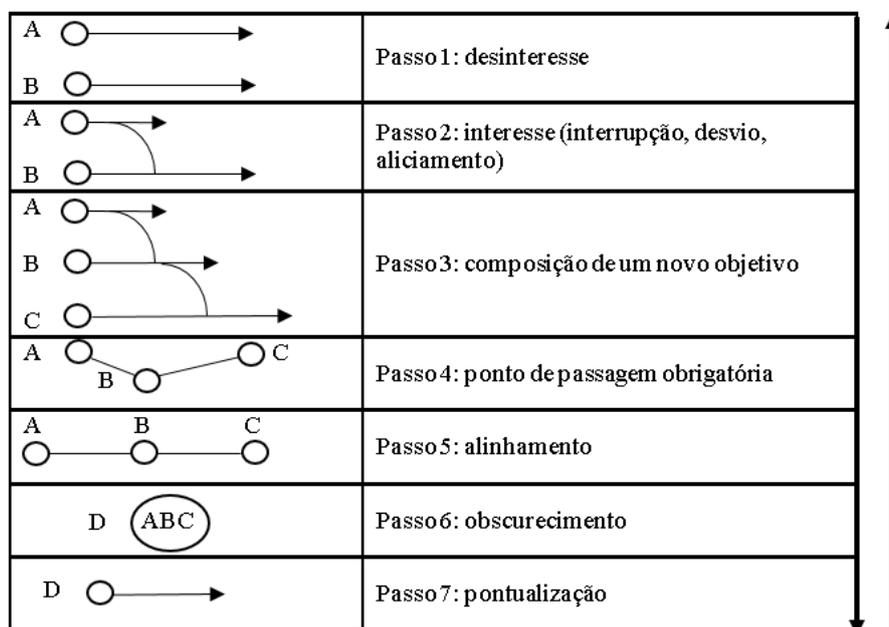


Fig. 5 – Composições técnicas entre os atuantes da rede sociotécnica. Adaptado de Latour (2001, p. 212).

Tais simetrias analíticas permitem compreender, então, que uma ação é resultado da composição de subprogramas que partilham do mesmo objetivo, no caso proposto, a compreensão do conceito de fissão nuclear. Neste processo, com a associação de atuantes da ação aumenta-se a rede de proposições. “Na simetria entre humanos e não-humanos, mantenho constante a série de competências e propriedades que os agentes podem permutar sobrepondo-se um ao outro” (LATOUR, 2001, p. 210). Por esse viés, assim como na própria construção do fato científico, podemos entender que a permuta de propriedades entre um estudante e uma TIC (humano e não-humano) possibilita o aumento da rede de proposições entre ambos, limitando o conceito apreendido à rede sociotécnica que o sustenta e, por esse motivo, dirimindo a sustentação de redes paralelas.

VIII. Considerações finais

Neste trabalho apresentamos como o conceito de verdade científica se alterou ao longo da história, especialmente nos períodos denominados modernidade e pós-modernidade, ambos caracterizados pela ruptura ontológica homem-natureza. Expomos principalmente a concepção não-moderna de Latour e sua implicação no entendimento da produção de fatos e da realidade científica.

Sobre o papel do desenvolvimento da ciência no estabelecimento de verdades,

podemos destacar que cada período histórico é marcado por contextos que influenciam diretamente na aceitação da validade dos enunciados e axiomas propostos pela comunidade científica. Assim, desde a Revolução Científica ocorrida com Galileu no século XVI, o discurso científico tenta estabelecer uma ordenação e descrição do mundo natural e suas implicações no universo social.

Já com os estudos de Bruno Latour, a própria natureza da ciência ganha uma nova e refinada estrutura. Ao adotar a não-separabilidade ontológica homem-natureza, Latour oferece uma contraposição para o critério de verdade científica. Entendida agora como rede de significados entre atores e atuantes humanos e não-humanos, a validade de uma proposição científica está sempre na sustentação dos aliados que a constituem e no constante esforço em evitar as deformações conceituais que a descrevem. Quando, por quaisquer motivos, uma rede concorrente se apropria de maneira superficial e conceitualmente adulterada do fato produzido, uma verdade concorrente (ou pós-verdade) se estabelece.

Assim, ressaltamos a viabilidade da concepção não-moderna de Bruno Latour para a compreensão da produção dos novos seres pela Física Moderna e Contemporânea a fim de evitar as distorções conceituais definidas pela rede sociotécnica da qual pertence e, também, o discurso ingênuo e determinista de origem da modernidade e que ainda é bastante forte na Educação Científica da escola fundamental.

Referências bibliográficas

BASSALO, J. M. F.; FARIAS, R. F. de. Clausius: pequena história da entropia. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, v. 10, n. 2, p. 95-100, 2015.

BERTO, A. B. F. A matematização da natureza e o desenraizamento do homem. **Revista Perspectivas Online**, v. 1, n. 3, p. 18-26, 2007.

BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

CARVALHO, S. Ciência e Senso Comum: reflexões epistemológicas em busca da verdade. **Revista Ciência & Trópico**, v. 39, n. 2, p. 143-162, 2015.

DIONÍSIO, P. H. Física Quântica: de sua pré-história à discussão sobre seu conteúdo essencial. **Cadernos IHU Ideias**, ano 2, n. 22, 2004.

DUARTE, B. M.; ZANATTA, S. C. La Enseñanza de Conceptos de la Ciencia y Concepciones Alternativas en el Contexto de las Teorías Epistemológicas del Siglo XX. **Paradigma**, v. 37, n. 1, p. 26-45, 2016.

DUSEK, V. **Filosofia da Tecnologia**. São Paulo: Edições Loyola, 2009.

FREIRE, L. de L. A ciência em ação de Bruno Latour. **Cadernos IHU Ideias**, ano 11, n. 192, p. 1-17, 2013.

GERMANO, M. G. **Uma nova ciência para um novo senso comum** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/qdy2w/pdf/germano-9788578791209.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2020.

GONÇALVES-MAIA, R. **Ciência, Pós-ciência, Metaciência: Tradição, Inovação e Renovação**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

GUEDES, J. de A. A crise da ciência moderna e a busca de uma superação. **Revista Geotemas**, v. 2, n. 2, p. 121-130, 2012.

KNEUBIL, F. B. Explorando o CERN na física do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 2501-1-2501-10, 2013.

KUMAR, M. **Quantum: Einstein, Bohr, and the Great Debate About the Nature of Reality**. Londres: Icon Books, 2008.

LATOUR, B. Do objects have history? A meeting between Pasteur and Whitehead in a lactic acid bath. **História, Ciências, Saúde Manguinhos**, v. 2, n. 1, p. 7-26, 1995.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório: A produção dos fatos científicos**. Tradução: Angela Ramalho Vianna. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LATOUR, B. **A esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos**. Tradução: Gilson César Cardoso de Sousa. Bauru: EDUSC, 2001.

LATOUR, B. **Reassembling the Social: an Introduction to Actor-Network Theory**. New York: Oxford University Press Inc., 2005.

LATOUR, B. **Jamais Fomos Modernos**. São Paulo: Editora 34, 2019.

LATOUR, B. **Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

LIMA, N. W.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. A não-modernidade de Bruno Latour e suas implicações para a Educação em Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 367-388, 2018.

LIMA, N. W. *et al.* Educação em Ciências nos tempos de pós-verdade: reflexões metafísicas a partir dos estudos das ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, n. 19, p. 155-189, 2019.

LISBÔA, R. A. M. de; PESSOA JUNIOR, O. F. Concepções sobre verdade na ciência: visões filosóficas de professores de física do ensino superior. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 27, n. extra, p. 45-52, 2015.

LOPES, A. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 248-273, 1996.

LYOTARD, J. F. **A condição pós-moderna**. Tradução: Ricardo Corrêa Barbosa. 12. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2009.

MACÊDO, L. A. da S.; VIEIRA, E. P. de P. As epistemes e a produção de saberes na contemporaneidade. **Crítica Educativa**, v. 5, n. 2, p. 33-42, 2019.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. A visão etnográfica de Bruno Latour da ciência moderna e a antropologia simétrica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 61-80, 2017.

MERTON, R. K. **Ensaio de Sociologia da Ciência**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/Editora 34, 2013.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. **Epistemologia**: implicações para o ensino de ciências. Porto Alegre: Evangraf UFRGS, 2011.

PONCZEK, R. L. **Deus ou seja a Natureza**: Spinoza e os novos paradigmas da Física. Salvador: EDUFBA, 2009.

ROMERO-MALTRANA, D. *et al.* The 'Nature of Science' and the Perils of Epistemic Relativism. **Research in Science Education**, v. 49, n. 6, p. 1735-1757, 2019.

SANTOS, B. de S. **Introdução a uma Ciência Pós-Moderna**. São Paulo: Graal. 3. ed. 1989.

SCHULZ, P. A. Duas nuvens ainda fazem sombra na reputação de Lorde Kelvin. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 49, n. 4, 2007.

SILVA, V. C. *et al.* O laboratório como espaço da produção dos fatos científicos no pensamento de Latour e Woolgar. **Revista Ideação**, n. 40, p. 220-236, 2019.

SISMONDO, S. **An Introduction to Science and Technology Studies**. 2. ed. Wiley Blackwell: West Sussex, 2010.

VIDEIRA, A. A. P.; FRANCISQUINI, M. F. B. A instituição da “Física de Partículas Elementares” como disciplina científica e sua relação com a formação de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 81-96, 2018.

VILELA, A. N. de O.; IZIDORO, J. L. Os fundamentos da verdade no pensamento de René Descartes: uma relação à sua época, uma proposta à nossa época. **CES Revista**, v. 27, n. 1, p. 53-71, 2013.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).