



Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
ISSN: 1806-5104
ISSN: 1984-2686
silnascimento@ufmg.br
Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
Brasil

Contribuições para a Compreensão da Natureza da Ciência na Educação em Ciências: um Estudo a Partir da Concepção Latouriana Sobre a Fabricação da Objetividade Científica

Coutinho, Francisco Ângelo
Itxai Silva Lobo, Samuel
Silva Freitas, Ana Paula
Martinez Viana, Bárbara Mariane
von Linsingen, Irlan

Contribuições para a Compreensão da Natureza da Ciência na Educação em Ciências: um Estudo a Partir da Concepção Latouriana Sobre a Fabricação da Objetividade Científica
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 22, pp. 1-24, 2022
Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=571674320035>

DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u817840>

Contribuições para a Compreensão da Natureza da Ciência na Educação em Ciências: um Estudo a Partir da Concepção Latouriana Sobre a Fabricação da Objetividade Científica

Contributions to the Understanding of the Nature of Science in Science Education: a Study Based on the Latourian Conception of the Fabrication of Scientific Objectivity

Francisco Ângelo Coutinho
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
coutinhogambarra@gmail.com
Samuel Itxai Silva Lobo
Escola Estadual Evandro Ávila São João del Rey, Brasil
samuelitxaisilvalobo@gmail.com
Ana Paula Silva Freitas
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
annapaulaqueney@gmail.com
Bárbara Mariane Martinez Viana
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
barbarazenitram6@gmail.com
Irlan von Linsingen
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
irlan.von@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u817840>

Recepción: 17 Agosto 2021
Aprobación: 16 Marzo 2022



Acceso abierto diamante

Resumo

O presente artigo teórico parte da constatação já alicerçada na comunidade de pesquisadores em educação de que ensinar ciência é também ensinar sobre a natureza da ciência. Procurando contribuir para esta proposta de pesquisa e ensino, analisamos a construção da objetividade científica, sob a perspectiva de Bruno Latour, em três momentos distintos: a pesquisa em laboratório, o posicionamento argumentativo do artigo científico e a circulação mais ampla do conhecimento na comunidade científica e nos contextos socioculturais. Discutimos as implicações para a compreensão da natureza da ciência e, ao final, apontamos algumas questões de pesquisa e consequências para o ensino.

Palavras-chave: OBJETIVIDADE CIENTÍFICA, NATUREZA DA CIÊNCIA, ESTUDOS DE CIÊNCIA, BRUNO LATOUR.

Abstract

In this theoretical article, we draft from the well-known observation that teaching about science is also teaching about the nature of science. Seeking to contribute to this line of research and education, we analyzed the construction of scientific objectivity, from the perspective of Bruno Latour, in three different moments: laboratory research, argumentative positioning of scientific articles, and wider circulation of knowledge in scientific and sociocultural circles. We discuss implications for understanding the nature of science, and finally we point out some research questions and consequences for teaching.

Keywords: SCIENTIFIC OBJECTIVITY, NATURE OF SCIENCE, SCIENCE STUDIES, BRUNO LATOUR.

Introdução

De modo geral, tornou-se consenso na área de educação em ciências a defesa de que a compreensão da natureza da ciência é um objetivo não apenas desejável, mas necessário. Nos últimos trinta anos, foram publicados centenas de artigos e vários livros sobre natureza da ciência e suas implicações para o ensino, a aprendizagem, a construção de currículos e para a formação de professores (Matthews, 2018, p. X).

A compreensão da natureza da ciência nos processos de ensino/aprendizagem de ciências é um objetivo posto desde 1907, segundo Lederman (2010). Embora não fazendo uso da expressão “natureza da ciência”, o documento mencionado por Lederman faz referência às vantagens do ensino do método científico e do modo científico de resolução de problemas (Central Association of Science and Mathematics Teachers [CASMT], 1907). Lederman menciona ainda que, na atualidade, este objetivo é defendido por documentos oficiais de diversos países, tais como Austrália, Canadá, África do Sul, Reino Unido e Estados Unidos da América do Norte e, podemos acrescentar, o Brasil, cuja Base Nacional Comum Curricular afirma a necessidade de que “estudantes compreendam a dinâmica da construção do conhecimento científico” (MEC, 2018, p. 550).

Este objetivo, no entanto, não é simplesmente uma extravagância intelectual ou que tenha validade em si mesmo. Como exemplo de seu valor, podemos mencionar as justificativas que o pautam quando o que se deseja é a formação de cidadãos e cidadãs cientificamente letradas e letrados (por exemplo, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Bell & Lederman, 2003; Carey & Smith, 1993; Driver et al., 1996; Abd-El-Khalick, 2012). Também pode ser justificado quando consideramos que vivemos em sociedades pluriétnicas e plurilíngues e que grupos culturalmente distintos podem manter sistemas de conhecimento que são divergentes, por estarem imersos na cultura específica daquele grupo (veja-se, por exemplo, Cobern & Loving, 2001 e Lewis & Aikenhead, 2001). De qualquer modo, enquanto o presente artigo é escrito, uma pandemia assola nossas vidas e movimentos antivacina se espalham por meio de diversas mídias. Igualmente, não se passa um dia sem notícias de teorias terraplanistas ou sobre como os alienígenas moldaram nossa história. Portanto, dentro de uma sala de aula ou de outros espaços educacionais nos quais a educação científica tem a possibilidade de estar envolvida, podem circular explicações competidoras a respeito de fenômenos naturais e, inclusive, sobre o que conta como ciência (Cobern & Loving, 2001).

Por conseguinte, é manifesto que o objetivo de uma compreensão da natureza da ciência seja desejável, mas é inegável também que seria atingido de maneira mais simples se soubéssemos qual é exatamente natureza da ciência. Mesmo no campo da filosofia da ciência, que durante séculos tomou para si a questão, um grande debate se instaurou e respostas diversas foram formuladas desde o nascimento das ciências. Por não termos uma resposta peremptória, na área de educação em ciências alguns pesquisadores optaram por estabelecer uma lista de declarações que agruparia as características fundamentais da ciência e aquilo que ficou conhecido como “visão consensual” pode assim ser apresentado: (1) o conhecimento científico é confiável, embora, ao mesmo tempo, provisório (sujeito a mudança à luz de novas evidências ou conceituações de evidência); (2) não existe um único método científico, mas há características compartilhadas, sendo as explicações científicas apoiadas por evidências empíricas, que podem ser testadas em confronto com o mundo natural; (3) a criatividade desempenha um papel importante no desenvolvimento do conhecimento científico; (4) há uma relação entre teorias e leis; (5) há uma relação entre observações e inferências; (6) embora a ciência se esforce para atingir a objetividade, há sempre um elemento de subjetividade no desenvolvimento do conhecimento científico; e, (7) os contextos social e cultural desempenham um papel no desenvolvimento do conhecimento científico. (Para este resumo da “visão consensual”, veja-se Ackerson & Donnelly, 2008; para maiores detalhamentos, veja-se também Lederman, 2010).

Obviamente, nossa contribuição não pretende ser um esgotamento do tema ou uma caracterização geral do que seja ciência. Propomo-nos a um objetivo mais modesto. A partir da análise dos processos de produção da objetividade científica, assentada sobre os estudos de ciência de Bruno Latour, nossa intenção é dialogar com a “visão consensual” apresentada acima, e extrair consequências para sua compreensão no

ensino e na pesquisa em educação em ciências. O conceito de objetividade foi escolhido como uma chave de leitura dos estudos de Latour por ser ela amplamente citada como um ideal da investigação científica (Lacey, 2020) e talvez seja uma das características mais lembradas quando se procura caracterizar a ciência (Chalmers, 1983/2017, p. 22; Niaz, 2018, p. 7). Compreender a objetividade científica, portanto, é central para a compreensão da natureza da ciência (Reiss e Sprenger, 2017)¹. Alguns trabalhos na área de educação em ciências já se debruçaram sobre esse problema e, além dos já mencionados, podemos citar, por exemplo, Allchin (1999), Crasnow (2008), Davson-Galle (2002); Stefanidou e Skordoulis (2014). Nenhum deles, no entanto, explorou as consequências da etnografia da ciência para abordar o problema da objetividade².

No que segue, explicitamos o escopo do artigo e justificamos o foco no conceito de objetividade. Após, apresentamos alguns estudos empreendidos por Latour e indicamos o estatuto do conceito de objetividade em seu trabalho. Com isto, pretendemos contribuir para uma compreensão da natureza da ciência advinda dos estudos etnográficos da ciência, empreendidos por Latour. Finalmente, apresentamos algumas contribuições para a pesquisa em educação em ciências e para o ensino de ciências.

Escopo do Artigo

Como dissemos, definir a natureza da ciência não é tarefa fácil. No campo da filosofia da ciência existe um grande debate sobre o que vem a ser ciência e correntes de pensamento diversas foram construídas desde o nascimento da ciência, na Modernidade. Assim, podemos falar em positivistas, racionalistas, construtivistas sociais, empiristas, falsificacionistas, feministas, marxistas, anarquistas epistemológicos, kuhnianos, empiristas lógicos, instrumentalistas, idealistas e assim por diante (Smith & Scharmann, 1999).

No que diz respeito a uma compreensão da natureza da ciência, portanto, a diversidade de soluções dadas pelos filósofos é tamanha que o desejo imediato — e quase de bom senso — é o de optar pela suspensão cética do juízo e concluir que ciência é reticente a uma caracterização precisa e o melhor é deixar a tarefa de lado. A situação se agrava ainda mais quando consideramos que muitas vezes há um desacordo quanto à própria caracterização da epistemologia.

Por exemplo, os filósofos do empirismo lógico estabeleceram uma distinção entre a epistemologia e a ciência efetivamente produzida. Não importava a eles a atividade concreta dos cientistas, mas sim o que os cientistas deveriam fazer. Ou seja, adotaram uma compreensão da epistemologia como exclusivamente normativa. Estes filósofos tomaram do empirismo clássico a crença no caráter incontroverso e básico dos dados da observação e da experiência sensível e juntaram a isto as ferramentas da lógica simbólica como base para sua análise da ciência. Com estes pressupostos, aparato conceitual e ferramentas lógicas, estes filósofos interessaram-se principalmente pela estrutura lógica das teorias e pelas relações lógicas entre enunciados observacionais e as leis e teorias que estes enunciados confirmavam ou refutavam (veja-se Brown, 1983, p. 11; Suppe, 1989, cap. 2).

Em reação a esta concepção de epistemologia, vários filósofos, a partir da década de 1950, contestaram essa concepção e indicaram que as sentenças observacionais são sempre feitas à luz de alguma teoria (Hanson, 1958). Consequentemente, para estes filósofos a análise lógica das teorias é muito menos importante do que a compreensão do contexto de descoberta. Surge assim uma epistemologia descritiva e epistemólogos como Thomas Kuhn (1962/1978) e Paul Feyerabend (1975) abandonam a lógica formal como principal instrumento para análise da ciência e se voltam para a história da ciência e de exemplos de investigação científica como a melhor forma de compreender a natureza da ciência. Para estes filósofos e muitos outros que os seguiram, quando se quer compreender o que é a ciência, a epistemologia deve dar ênfase à investigação científica e não aos resultados reconstruídos (Brown, 1983, p. 12).

Tentemos elucidar isto melhor e tomemos Kuhn como exemplo. Kuhn inicia seu livro de 1962/1978 dizendo que: “Se a História fosse vista como um repertório para algo mais do que anedotas ou cronologias, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que atualmente nos domina” (p. 19). Segundo Kuhn, entre a imagem da ciência que se estabeleceu entre nós e as realidades das práticas científicas coloca-se uma diferença imensa. O argumento principal de Kuhn (1962/1978), ao longo do livro, é o de que a análise histórica da ciência mostra que a investigação científica é sempre determinada por

uma estrutura social e cognitiva chamada “paradigma”. O paradigma determina as teorias relevantes, os instrumentos que podem ser utilizados, o que conta como fato, quais questões importam e quais soluções podem ser dadas. Depois de Kuhn, fica claro que a compreensão da natureza da ciência envolve um estudo sistemático do mundo interno da ciência, de suas práticas e de seus contextos de produção.

Nesta vertente de valorização dos contextos de produção do conhecimento científico, no final da década de 1970 emerge uma nova forma de abordar o problema da natureza da ciência. Não mais recorrendo a episódios históricos ou às obras dos grandes cientistas e o que eles dizem sobre si mesmos, essa nova vertente, fazendo uso dos recursos fornecidos pela etnografia, foca os contextos próprios de produção do conhecimento científico. A ideia é a de que se o estudo dos contextos de produção do conhecimento científico é importante, existe então alguma coisa para os antropólogos e sociólogos explicarem (Blok & Jensen, 2011, p. 29). Entre as obras inaugurais dessa vertente, encontra-se o livro *Vida de Laboratório*, de Bruno Latour e Steve Woolgar, publicado originalmente em 1979. Comentadores descreveram este livro como o estudo mais detalhado e minucioso da prática científica em laboratório (Blok & Jensen, 2011, p. 26) e que permanece como um ponto de referência para o que veio a se chamar “estudos de ciência”. Neste livro podemos ler: “Este livro pretende ser uma observação de primeira mão do trabalho do saber, que utiliza pesquisadores como informantes — com certeza informantes privilegiados, sem usar o que eles dizem para explicar o que fazem (Latour & Woolgar, 1997, p. 25)”.

Importa notar, nesta citação, que a proposta dos autores não é simplesmente utilizar a própria explicação dos cientistas para o que seja ciência. Segundo eles, a tradição assumiu que em matéria de ciência quem deveria falar são os próprios cientistas. Dizem eles: “Os próprios cientistas fazem suas ciências, seus discursos sobre a ciência, sua ética da ciência, suas políticas da ciência (...). Os outros ouvem.” (Latour & Woolgar, 1997, p. 25). Porém, Latour e Woolgar afirmam um objetivo diferente:

Nossa pesquisa tem por finalidade abrir um caminho diferente: aproximar-se da ciência, contornar o discurso dos cientistas, familiarizar-se com a produção dos fatos e depois voltar-se sobre si mesma, explicando o que fazem os pesquisadores, com uma metalinguagem que não deixe nada a dever à linguagem que se quer analisar. Em resumo, trata-se de fazer o que fazem todos os etnógrafos (Latour & Woolgar, 1997, p. 26. Itálicos no original).

Ou seja, a intenção é dupla. Eles pretendem produzir descrições densas baseadas nos estudos de campo e, ao mesmo tempo, desenvolver reflexões gerais sobre o modo de funcionamento do campo estudado (Blok & Jensen, 2011, p. 26).

Posteriormente, Latour publica, em 1998, o livro *Ciência em ação*, que é descrito por comentadores como um programa de pesquisa abrangente e integrado para o estudo da ciência e como uma teoria independente e original do conhecimento (Blok & Jensen, 2011, p. 26; Shapin, 1988). Este livro fornece os elementos metodológicos e o aparato conceitual para o estudo da ciência e da tecnologia em construção. Lá podemos ler: “(...) nossa entrada no mundo da ciência e da tecnologia será pela porta de trás, a da ciência em construção, e não pela entrada mais grandiosa da ciência acabada” (Latour, 2000, p. 17).

Assim, nosso intuito agora é acompanhar esta etnografia da ciência, considerando que a atitude cética de suspensão do juízo mencionada anteriormente pode, pelo menos por enquanto, ser adiada e que a etnografia da ciência pode servir-nos como um coadjuvante na nossa busca pela compreensão da natureza da ciência.

Notas sobre o conceito de objetividade

Em geral, a objetividade é entendida como independência de valores, crenças ou preferências do sujeito. Em última análise, aquilo que diz respeito, classicamente, em uma relação sujeito-objeto, ao objeto. Quando, por exemplo, afirma-se a existência objetiva de certas entidades, significaria que elas existem independentemente de serem percebidas ou conhecidas. No caso da objetividade científica, o conceito é aplicado ao caso mais específico da objetividade do método científico. Nesse caso, “a objetividade é considerada uma função dos métodos (ou processos) seguidos para a aquisição do conhecimento, onde os métodos devem ser tais que tendem a produzir verdades” (Psillos, 2007, p. 168). Aqui, a objetividade do

método científico seria o resultado do fato de que esse método tem uma justificativa racional e, uma vez seguido esse método, o conhecimento derivado seria objetivo.

Difícilmente alguém negaria que objetividade é um propósito desejável quando se trata de lidar com os resultados e produtos do conhecimento científico. Não é difícil imaginar que se veria em apuros aquele que aconselhasse alguém a acatar os resultados de uma pesquisa científica, afirmando o alto grau de subjetividade que orientou a sua condução. Portanto, a objetividade seria um dos aspectos que garantem o status epistemológico característico da ciência. Porém, uma questão fundamental que se coloca não é tanto definir o que é objetividade, mas compreender como essa objetividade é adquirida pela pesquisa científica. Uma vez tendo justificado, na seção anterior, a legitimidade dos estudos etnográficos da ciência, nossa intenção agora é justamente acompanhar a fabricação da objetividade a partir da perspectiva latouriana.

A contribuição da etnografia da ciência de Bruno Latour para a compreensão da objetividade científica

No que segue, apresentamos as contribuições do trabalho de Latour para a compreensão do que se estabelece como objetividade científica e de seus modos de produção.

A construção de nosso argumento fundamenta-se em inferências a partir da leitura de três estudos empreendidos por ele, a saber: o laboratório como instância de produção de inscrições literárias que, em resumo, refere-se à produção de fatos e enunciados sobre estes fatos; o artigo científico como peça retórica e instância de persuasão; e, finalmente, os vínculos da ciência com a complexa rede da sociedade. Como veremos, cada etapa contribui para a produção da objetividade científica. Por tratar-se de um entrelaçamento complexo, tomamos a liberdade de apresentar cada uma dessas etapas como “atos”, em analogia aos enredos teatrais; pois, como veremos, a compreensão da objetividade científica só é atingida pela urdidura de cada ato.

Ato 1. O laboratório

Como já dito, Bruno Latour alicerçou-se no exercício etnográfico para conduzir suas investigações a respeito da produção do conhecimento científico. Para tanto, entre os anos de 1975 e 1977, Latour desenvolveu sua pesquisa em um laboratório de neuroendocrinologia na Califórnia (EUA), situado dentro do Instituto Salk. Essa investigação resultou, em 1987, na publicação do livro *Vida de Laboratório*, em coautoria com Steve Woolgar (Latour & Woolgar, 1997).

A investigação de um laboratório foi uma escolha nova à época, para se compreender parte da lógica da produção científica. Porém, uma escolha justificada, pois ali é um dos ambientes privilegiados no qual a prática científica acontece. É no laboratório que está localizada toda uma rede formada por equipamentos, substâncias químicas, organismos experimentais, técnicos e cientistas. Ocupando um mesmo espaço, estes vários atores (humanos e não-humanos), seguindo nossa analogia de enredos teatrais, podem então ser associados em várias etapas seguindo os procedimentos que são descritos na seção “Materiais e Métodos” do artigo que ajudam a produzir. Por meio dessas várias etapas ocorre uma sequência de transformações em que um ator ordinário, etapa após etapa, é lapidado em um ator que é de interesse da ciência (Latour & Woolgar, 1997, p. 44).

Para tornar mais explícita esta sequência de transformações, vamos usar como exemplo um procedimento corriqueiro que acontece em laboratórios de histologia: a produção de um corte histológico. Um corte histológico nada mais é que uma pequena fatia de um órgão ou tecido que pode ser observado em um microscópio. Para que este corte seja produzido, uma longa cadeia de transformações deve ser executada. Após o tecido ou órgão ser extraído e preparado, envolvendo a passagem por algumas imersões e seu emblocamento em parafina, o mesmo é preso em um micrótomo³ (Figura 1). No micrótomo o tecido emblocado é cortado em finas fatias de tecido (transformação I). Com as finas fatias preparadas essas são coladas em uma lâmina de vidro e então passam por inúmeras outras transformações, nomeadas aqui genericamente de transformações II, III e IV (Figura 1) que ao fim produzem uma lâmina de tecido corada que poderá então ser fotografada e, posteriormente, anexada ao artigo como parte da seção dos resultados.

A cadeia de transformações descrita acima é um procedimento fundamental para a produção do artigo científico, pois é a partir dela que os pesquisadores conseguem obter um artefato, seja ele uma figura, um

gráfico ou uma tabela que é anexado ao corpo do artigo, conferindo ao texto um dos elementos que garantem a objetividade científica. Para Latour e Woolgar, este conjunto de procedimentos produz aquilo que eles denominam de inscrição, ou seja, “todo elemento de uma montagem ou toda combinação de aparelhos capazes de transformar uma substância material em uma figura ou em um diagrama” (Latour & Woolgar, 1997, p. 44). Na figura a seguir vemos quatro processos de transformação em que no último é gerada a fotografia de interesse que irá compor os resultados do artigo.

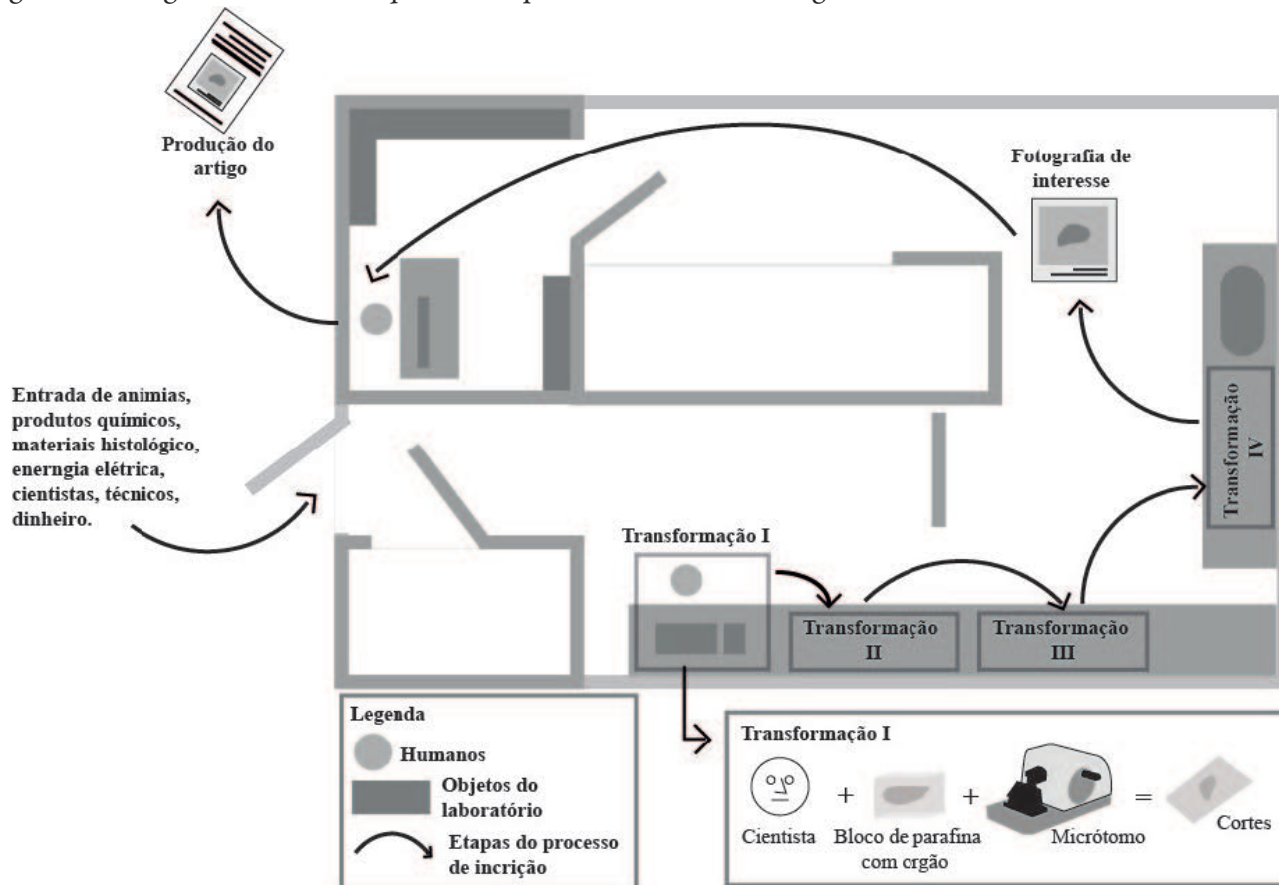


Figura 1.

Representação das etapas do processo de produção de inscrição
 Autoria própria.

A importância destas transformações está no fato de que são estas figuras e diagramas que vão compor a seção dos resultados do corpo do artigo que será escrito. Esses elementos contribuem de modo fundamental para a argumentação do artigo, pois por meio deles é possível fazer comparações e oposições a outros textos já existentes na literatura.

Neste sentido, a inscrição é o elemento que conecta as práticas experimentais executadas no laboratório com a argumentação estabelecida no texto do artigo. O uso dos inscriteiros na prática científica assume um papel fundamental, uma vez que são deles que provem a fonte de objetividade. Como os dados apresentados no artigo sempre remetem a alguma transformação produzida por instrumentos laboratoriais, não seria possível dizer que os enunciados foram originados pela subjetividade humana (Latour & Woolgar, 1997, p. 86).

Ocorre que um exame mais atento da prática acima descrita revela uma situação aparentemente paradoxal. Ao mesmo tempo que os instrumentos são responsáveis pela obtenção da objetividade científica, não é possível esquecer todo o dispendioso trabalho de bancada no qual cientista e técnicos se associam a estes instrumentos e aos animais para produzir a fotografia de interesse. Neste sentido, a inscrição produzida é objetiva, pois está relacionada às amostras extraídas das cobaias, mas ao mesmo tempo é fabricada pois, afinal, seria impossível sua obtenção se os humanos e não-humanos que se articulam ao longo do processo fossem dali retirados (Latour & Woolgar, 1997, p. 61).

Ato 2. O artigo científico

Como vimos, o objetivo maior do laboratório é a produção de inscrições e textos que se articulam em um artigo científico. Ou seja, o que sai do laboratório é o artigo científico. É assim que os próprios cientistas percebem a finalidade de sua atividade (Latour & Woolgar, 1997, p. 70) e, segundo esses autores, a atitude dos cientistas em relação ao artigo é a de que esse dispositivo é “apenas um meio de comunicar ‘importantes descobertas’” (1997, p. 76, *itálico no original*). À vista disso, no artigo científico encontraríamos um exemplo de imparcialidade, de ausência de valores e de impessoalidade. Com a concepção de objetividade científica em mente, que descrevemos anteriormente, o que estaria inscrito ali seria o resultado de uma atenção cuidadosa a um conjunto de regras de procedimentos metodológicos, exercidos dentro do laboratório, que garantem o bom conhecimento científico; ou, em outras palavras, um fato objetivo (veja-se Latour, 2000, p. 42). Porém, segundo Latour, quando nos aproximamos analiticamente do artigo científico o que constatamos, para além das inscrições e descrições de materiais e métodos, é um instrumento no qual são mobilizados inúmeros recursos retóricos, cujo objetivo é “conseguir persuadir os leitores” (Latour & Woolgar, 1997, p. 77). Diz Latour:

Entrar em contato com eles [os textos científicos] não significa deixar a retórica e entrar no reino mais tranquilo da razão pura. Significa que a retórica se aqueceu tanto ou ainda está tão ativa que é preciso buscar muito mais reforços para manter a chama dos debates (Latour, 2000, p. 55).

Ora, se assim for, isso significa que a condição de facticidade dos enunciados científicos e a capacidade de apresentarem-se objetivamente de uma vez por todas não estão garantidas. Se são necessários movimentos retóricos de convencimento, há algo mais que deve ser analisado. Latour propõe-se então a examinar a “anatomia do mais importante e menos estudado dos veículos retóricos: o artigo científico” (2000, p. 55). Certamente, não nos cabe aqui expor toda a rica análise do artigo científico realizada por Latour e Woolgar (1997) e, de modo mais minucioso, por Latour (2000). Ao invés disto, com vistas ao nosso objetivo, vamos nos deter no esquema de classificação dos diferentes tipos de enunciados presentes no artigo científico.

Em seu trabalho etnográfico de laboratório, no Instituto Salk, Latour nota que circulavam por ali, tanto em conversas entre os pesquisadores quanto nos artigos científicos, cinco tipos básicos de enunciados. Os enunciados de tipo 5 são aqueles referentes a um conhecimento já adquirido e tornado, de certa forma, tácito. São enunciados que fazem parte da cultura da área e que se espera que todos já saibam (Latour & Woolgar, 1997, pp. 77–78). Suponhamos o seguinte diálogo, em um laboratório de biologia evolutiva:

Personagem A: Fitch e colaboradores formularam a hipótese de que linhagens de gripe com sítios antigênicos inéditos desfrutariam de uma vantagem evolutiva⁴

Personagem B: O que você quer dizer com sítios antigênicos

Nesse caso, para o personagem A, que sabe que sítios antigênicos são partes específicas de uma proteína estranha com potencial para gerar resposta imune, seu enunciado é de tipo 5, pois não exige qualquer explicação adicional.

Os enunciados de tipo 4 tem a forma geral “A tem determinada relação com B” (Latour & Woolgar, 1997, p. 78). Por exemplo, “A sequência de bases do DNA codifica a informação genética”. Esse tipo de enunciado é comum em livros didáticos e manuais destinados a estudantes, mas não é encontrado em artigos técnicos. Eles também fazem parte do conhecimento aceito na área.

De especial importância para nossos propósitos são os enunciados de tipo 3, 2 e 1. Os enunciados de tipo 3 são aqueles em que enunciados de tipo 4 (“A tem determinada relação com B”) estão embutidos em outros enunciados de tal modo que se encontram modalizados. No sentido lógico, modalidades são recursos que modificam ou qualificam um predicado ou outra expressão (Latour & Woolgar, 1997, p. 79; Latour, 2000, p. 40). Tomemos o enunciado tipo 4 exemplificado anteriormente: “A sequência de bases do DNA codifica a informação genética”. Este enunciado pode ser modalizado como, por exemplo, “Sugere-se atualmente que a sequência de bases do DNA codifica a informação genética”. No enunciado de tipo 4 não tínhamos nenhum vestígio de autoria, tempo e espaço ou interpretação. Já no enunciado de tipo 3, a

afirmação passa a ser sugestão de alguns ou algumas cientistas. Ora, neste caso, aquilo que era um fato aceito por todos passa a ser uma questão de opinião. Este tipo de enunciado é, em sua maioria, encontrado em artigos publicados em revistas científicas.

Já nos enunciados de tipo 2, as modalidades apontam para a generalidade dos dados de que se dispõe (ou não). Neste caso, as modalidades atraem a atenção do leitor ou do interlocutor para circunstâncias que afetam as relações entre A e B. Assim, o exemplo que vimos tratando poderia assumir as formas: “Inúmeras provas apoiam a tese de que a sequência de bases do DNA codifica a informação genética” ou, em uma forma modalizada negativamente, “É improvável que a sequência de bases do DNA codifique a informação genética”. É importante ressaltar que as modalidades deste tipo de enunciado “tomam a forma de hipóteses possíveis que devem ser sistematicamente testadas por pesquisas posteriores, de modo a elucidar o valor da relação estudada” (Latour & Woolgar, 1997, p. 80).

Finalmente, nos enunciados de tipo 1 encontramos conjecturas ou especulações (sobre determinada relação) que ocorrem geralmente ao final dos artigos científicos ou em conversas privadas. Por exemplo, “Talvez isso signifique que a sequência de bases do DNA codifique a informação genética” ou “Acabo de ouvir que Watson e Click vão propor que a sequência de bases do DNA codifica a informação genética”. Aqui, igualmente, este tipo de enunciado pode ser modalizado negativamente: “Talvez isso signifique que a sequência de bases do DNA não codifique a informação genética”

Segundo Latour e Woolgar (1997, p. 81), esses cinco tipos de enunciado podem ser colocados em um continuum (Figura 2), “em que os enunciados tipo 5 representariam as afirmações que mais se aproximam dos fatos, e os de tipo 1, as assertivas mais especulativas”. Ora, à primeira vista estes recursos de modalização podem passar despercebidos. Porém, não é difícil perceber que o recurso às modalizações causa mudanças nos tipos de enunciados e que estas mudanças afetam o grau de facticidade do enunciado. Ou seja, fica-se menos ou mais inclinado a considerar um enunciado como “um fato objetivo da natureza”. Como observado na Figura 2, um enunciado pode transitar entre estes 5 tipos, passando de menos fato para mais fato.

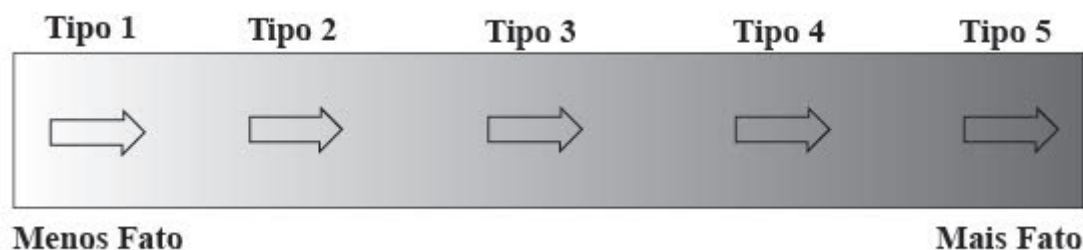


Figura 2.
Continuum dos 5 tipos de enunciado científico
autoria própria.

Obviamente, não se quer dizer que a qualidade de uma sentença seja apenas uma questão de retórica. Para se qualificar ou desqualificar os resultados de uma pesquisa realizada em um laboratório, requer-se muito mais do que simplesmente recursos a modalizações de sentenças. É aí que entra em cena uma importante parte da rede de produção do conhecimento científico. Para compreendermos isto, e de modo simplificado⁵, tomemos uma sentença em sua forma gramatical “X tem a propriedade P”. Suponhamos que esta sentença é a proposta de um artigo científico publicado por capítulo 1. Fulana e Beltrano, no ano N. Vejamos o que pode lhe acontecer em quatro situações⁶, que podem ser ilustradas na Figura 3.

SITUAÇÃO 1. A sentença é completamente ignorada. Ninguém lê o artigo ou, se lê, ignora-o completamente. O destino desta sentença é o completo esquecimento e não chega a se constituir como um fato científico. Segundo Latour, este é o destino de grande parte dos artigos científicos (Latour, 2000, p. 70).

SITUAÇÃO 2. A sentença é citada por um pesquisador ou pesquisadora na forma “Segundo Fulana e Beltrano (N), X tem a propriedade P. Talvez isso signifique que (...)” Neste caso, a sentença não está mais

sozinha e, além disto, gerou consequências para outra ou outro especialista e para outro laboratório. Para que isto seja feito, quem a citou está envolvido em um determinado campo de conhecimento e, agora, a sentença recebe apoio de pares. Se esta cadeia de citações e apoio continuar, podemos chegar ao caso 3.

SITUAÇÃO 3. A sentença é citada na forma “Atualmente, inúmeras evidências apoia a proposta de Fulana e Beltrano (N) de que X tem a propriedade P (referência a outros AUTORES A1, A2 e A3)”. Aqui, não são simplesmente Fulana e Beltrano e mais uma ou um especialista que estão a propor que “X tem a propriedade P”. Mas outras ou outros pesquisadores (A1, A2 e A3), que trabalham em outros laboratórios, apoiam a proposta. Esta sentença está agora a um passo de se tornar um conhecimento consolidado na área, se nada der errado. Isto porque, se recordarmos o que vimos sobre o trabalho que é realizado em um laboratório, concordaremos que é tarefa difícil questionar o trabalho que ali é realizado. Imagine-se agora ter de travar forças com cinco laboratórios que produziram conhecimentos que apoiam a mesma sentença. Em outras palavras, a sentença está próxima de se tornar um fato objetivo da natureza.

De qualquer modo, e isto não é incomum, pode ser que aconteça a situação 4. **SITUAÇÃO 4.** O artigo é modalizado conforme: “Segundo Fulana e Beltrano (N), X tem a propriedade P. Porém, parece improvável que este seja o caso, pois evidências apontam que (...)”. A sentença agora foi desviada do caminho de se tornar um fato científico. Lançou-se dúvidas sobre sua veracidade e foram apontadas evidências de que ela não é verdadeira.

Podemos resumir o que foi dito sobre estas situações acompanhando-se a Figura 3. Como podemos ver, na situação 1 a sentença é completamente ignorada após sua publicação e fica longe de se tornar um fato científico. Nas situações 2 e 3 a sentença é mais e mais citada por outros artigos e caminha cada vez mais para se tornar um fato. Na situação 4 a sentença estava seguindo a mesma trajetória das situações 2 e 3, porém novos elementos lançam dúvidas à afirmação e ela perde seu estatus de fato.

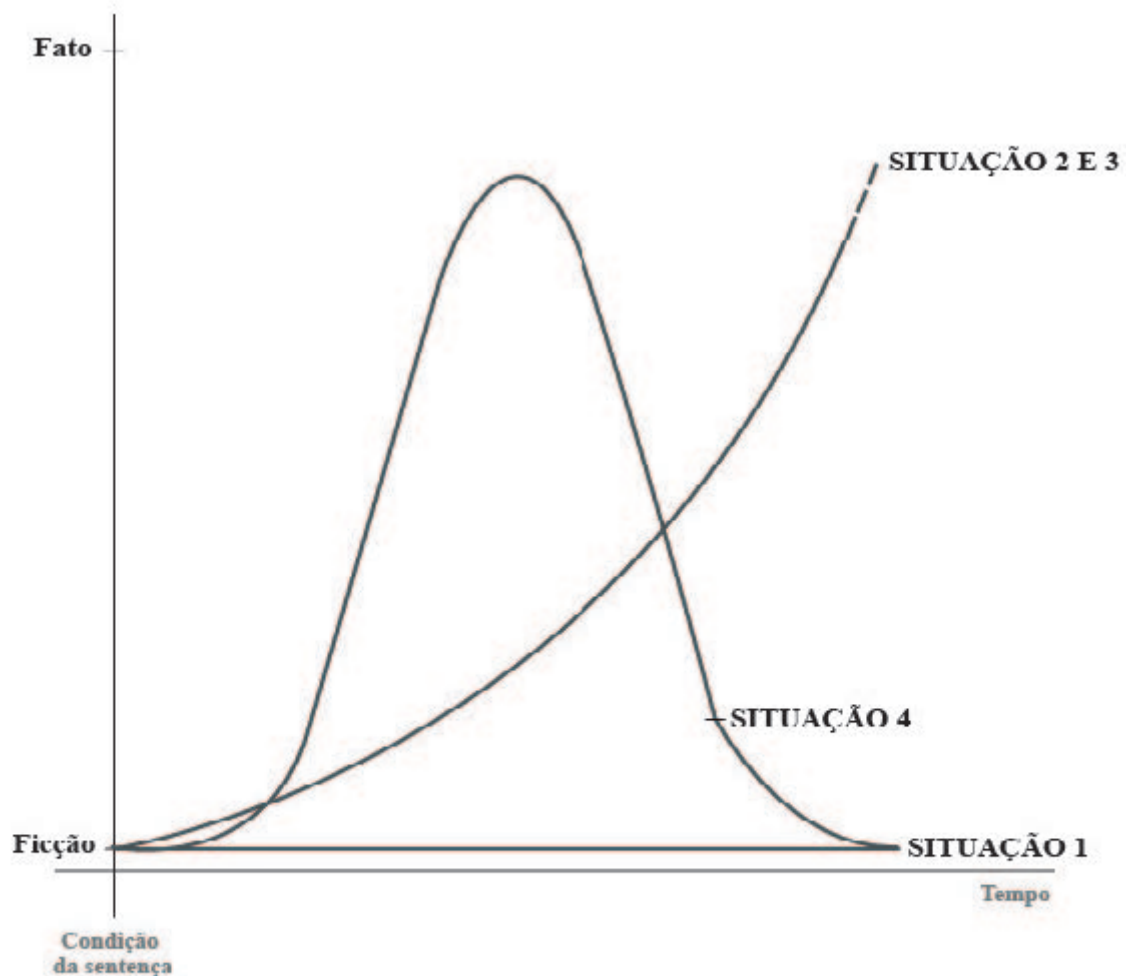


Figura 3.
Condições de facticidade de uma sentença ao longo do tempo
autoria própria.

Estamos, assim, em condições de concluir este segundo ato, buscando compreender o que Latour quer dizer quando afirma “Por si mesma, uma sentença não é nem fato nem ficção; torna-se um ou outra mais tarde graças a outras sentenças” (2000, p. 45; *italico no original*). Embora a atividade de laboratório tenha o objetivo de produzir tantos enunciados de tipo 4 quanto for possível (Latour & Woolgar, 1997, p. 83), quando sai do laboratório, uma sentença não é nem objetiva e nem subjetiva. No laboratório, como vimos, toda uma rede de relações contribui para a formulação da sentença e, incontestavelmente, os cientistas publicam o artigo com pretensões de validade; ou seja, de que aquilo ali inscrito seja tomada como um fato objetivo da natureza. No entanto, esta objetividade será atingida ou não pelo uso coletivo que se fará das sentenças. Dependendo de como o enunciado é tomado, de suas condições de apropriação e da importância que lhe é dada, poderá ser tomado como concretizando a existência de um objeto que subjaz no mundo e, portanto, como um fato objetivo da natureza, ou, por outro lado, o enunciado pode ser tomado como não expressando a realidade dos fatos. Neste último caso, o destino do enunciado é ser classificado como uma ficção. Em última análise, a condição de objetividade é resultado de ação de aprovação coletiva.

Ato 3. O fluxo sanguíneo da ciência

Poderíamos imaginar que uma vez que o artigo científico seja citado positivamente por outros artigos, sua objetividade estaria garantida. No entanto, as coisas não são tão diretas e simples assim, pois as

estratégias que mantêm o fato científico vivo e que produzem referência para o que está ali inscrito devem mobilizar ainda um grande número de agentes humanos e não humanos (Latour, 2001, p. 117). Para Latour, cinco atividades, às quais ele denomina “circuitos”, são imprescindíveis para que um fato seja tomado como científico e obtenha assim, segundo a concepção da orientação teórica que adotamos nesse artigo, o seu estatuto de objetividade: a mobilização do mundo, autonomização, alianças, representação pública e vínculos e nós. Vejamos de modo mais próximo estas cinco atividades.

Mobilização do mundo

A mobilização do mundo pode ser compreendida de modo bem geral como o exercício de incluir os não-humanos na produção do discurso científico (Latour, 2001, p. 118). No laboratório de histologia, por exemplo, o micrótomo participa do processo que produz uma fotografia que irá compor o artigo. Esse equipamento e uma série de outros não-humanos são mobilizados e passam a girar em torno dos cientistas que os colocam em um determinado curso de ação.

Todos estes não-humanos compõem parte do trajeto que transforma um tecido extraído de uma cobaia em uma fotografia de uma lâmina corada. Sem a mediação desses equipamentos não haveria aquela foto que irá compor o artigo. A mobilização do mundo assume papel fundamental para o processo científico. Este processo torna possível que um órgão, que não poderia ser anexado fisicamente ao artigo, ganhe mobilidade para se tornar parte do artigo científico. Aqui nos deparamos com uma questão fundamental. Uma vez que a cadeia de transformações por que passa o tecido da cobaia até a fotografia pode ser rastreada, a objetividade pode ser referida a todo o processo ocorrido na cadeia de transformação. Ou seja, a possibilidade de rastreamento confere sentido de segurança ao processo e, por consequência, de objetividade. Deste modo, o laboratório produz entidades que deixam rastros de sua construção, assegurando a fidelidade entre a inscrição e o processo de sua produção. São daí produzidos aquilo que Latour denomina “móveis imutáveis” (Latour, 2001, p. 120), pois se tornam móveis, podendo circular pelo mundo, mas ao mesmo tempo mantêm um caráter daquilo que transportam.

Autonomização

Um(a) cientista não produz ciência e nem é reconhecido como tal isolado(a) de sua comunidade. Há a necessidade de que seus pares possam ler a produção de seu artigo, como já dissemos. A produção ganha estatuto de cientificidade em um coletivo de humanos capacitados a ler e dar destino ao artigo. Do contrário, toda a mobilização de cobaias, micrótomo, corte histológico, eosina e hematoxilina, fotografia, entre outros, não teria sentido. É necessário que uma parte de pesquisadores se dediquem à histologia para que este campo tenha sua autonomia. Como diz Latour, “um cientista isolado é um paradoxo” (2001, p. 121). Portanto, o campo científico deve se tornar autônomo.

Conjuntamente à autonomização do campo científico é necessário que também exista uma autonomização das instituições nas quais a produção científica atravessa. O trabalho científico da produção do artigo não ocorre fora de instituições. Há um espaço institucional em que este processo ocorre e que também remete a uma história prévia que garantiu a existência deste espaço. Deste modo, regulamentos, estatutos, diretrizes e leis foram necessários para a produção desse espaço.

Em vista disso, a autonomização do campo científico e a institucionalização do espaço de produção são fundamentais para a produção da objetividade, uma vez que o conhecimento é produzido, avaliado e chancelado, ou não, por um coletivo que se dedica institucionalmente àquilo que se coloca com pretensões de validade.

Alianças

A produção científica é impossível se o interesse pela pesquisa estiver limitado somente aos interesses de quem a realiza e do campo científico particular. É necessário que alianças sejam firmadas para que o trabalho científico seja possível. Já não basta escrever artigos, conversar com seus pares e ordenar seu espaço

laboratorial. É necessário que o cientista saiba despertar interesses e firmar alianças (2001, p.122). Vejamos. A existência de um laboratório exige a captação de verbas para sua construção; cobaias necessitam de cuidados e alimentação; reagentes, instrumentos e aparelhos precisam ser comprados e consertados e pessoal técnico deve ser pago. Tudo isso exige aporte financeiro. Portanto, há sempre que se estar em busca de recursos que garantam a existência do laboratório e a atenção do campo. Estes recursos tanto serão maiores quanto mais o laboratório for capaz de evidenciar que sua produção é relevante e chancelada por pares qualificados. Ou seja, ao final, a objetividade garantida pelas atividades anteriores promove a produção de mais conhecimento objetivo. Explicitando, as alianças extrapolam os limites do campo científico e dos interesses de quem realiza a pesquisa, passando a necessitar do aporte de atores externos que devem ser convencidos de sua pertinência e dos benefícios que irá auferir. O contrário também está no horizonte, ou seja, os atores externos podem influenciar o tipo e orientação da pesquisa a ser realizada em função de seus interesses que resultarão em financiamento.

Representação pública

Quando a produção científica pode ir mais adiante alcançando públicos que originalmente não chamaríamos de científicos. Em algum momento alguma pesquisa ou produto de pesquisa pode cativar outros agrupamentos (Latour, 2001, p. 124). Cortes histológicos e micrótomos interessam somente a outros histologistas, patentes interessam à Universidade Pública e à indústria, mas uma pomada, por exemplo, fruto das pesquisas do laboratório, atinge mais pessoas. Um dermatologista, pode passar a receitá-la. Um pai satisfeito com o resultado daquele fármaco na lesão de pele de sua filha pode recomendar a uma vizinha. Nessa situação hipotética é possível ver como a pesquisa atinge outros espaços para além da comunidade científica. Um médico, um pai, sua filha e uma vizinha tornam-se partes de toda uma rede. De início pode-se pensar que o movimento deste circuito é somente de mão única: cientistas/médicos/pacientes. Todavia é possível vislumbrar que o movimento também ocorre no outro sentido. Ao aceitarem o produto, médicos e pacientes tomam parte de uma rede epistemologizante que acata a pomada como um fato científico objetivo ou consequência de um conhecimento objetivo. Ampliando a rede, os produtos estão diretamente relacionados aos instrumentos de convencimento público que envolvem toda a rede de atores de marketing e mídia, políticos e instituições, por meio dos quais os produtos adquirem credibilidade, confiabilidade, aceitação de escala e, ao final, consolidação no mercado. Como consequência, todo esse processo acaba por produzir efeitos sobre as culturas, cultivando uniformidades ideológicas e de consumo.

Vínculos e nós

A produção de conhecimentos objetivos no âmbito de uma ciência como a histologia, por exemplo, está atrelada a conceitos que se tornam científicos à medida que se relacionam a um enorme repertório de recursos. Segundo Latour (2001, p. 127), disciplinas científicas consideradas difíceis precisam de conceitos amplos e consistentes, porque o mundo que elas agitam, abalam, movem e vinculam é muito grande.

Nesse sentido, os “vínculos e nós” são necessários para robustecer a coesão entre os outros quatro circuitos apontados por Latour, ou seja, não há circulação da ciência se não houver vínculos e nós entre a mobilização do mundo, a autonomização, as alianças e a representação pública. São circuitos que buscam manter juntos inúmeros recursos heterogêneos. Nessa instância, um conceito se torna científico ao compor um repertório de elementos que envolve diversos recursos. Como diz Latour, “o conteúdo de uma ciência não é algo que esteja contido: é, ele próprio, o continente” (2001, p.127). Quanto mais conectada for a ciência, mais objetividade ela pode produzir. Os conhecimentos publicados em artigos científicos, por exemplo, ganham maior ou menor credibilidade dependendo do coletivo de elementos heterogêneos envolvido na produção de fatos científicos.

Discussão

Narrar todos os três atos que nos trouxeram até aqui não é de forma alguma um exercício de desqualificar o processo de produção do conhecimento científico. Poderia se dizer que a ciência é enviesada devido à necessidade de satisfazer interesses ou depender da desenvoltura política de cientistas no agenciamento de aliados. Ou ainda que a produção científica não é objetiva por depender de habilidades retóricas ou da intromissão de inúmeros não-humanos (aparelhos, reagentes, cobaias, etc.) que transformam seu objeto de pesquisa. Porém, a conclusão aqui é o contrário. Todos estes atos, talvez entre outros que poderiam ter sido apresentados, produzem uma rede que garante confiança naquilo que se entende como objetividade da ciência. Para que a mesma seja produzida é necessário que inúmeros elementos humanos e não humanos sejam postos em movimento de tal modo que possam ser rastreados do laboratório ao mundo e do mundo ao laboratório. É esta circulação sujeita a rastreamento que articula aquilo que denominamos objetividade. Quanto mais bem articulada a prática científica se torna, melhores serão seus fatos, teorias, hipóteses e produções.

A objetividade da ciência não está no fato da mesma se situar para além das capacidades humanas mundanas ou em evitar elos para além do laboratório. Isso na realidade só a inviabilizaria. A obtenção de sua objetividade é decorrente de uma rede sociotécnica que resiste a inúmeros testes de força a que são submetidos cada ato de sua produção. Quanto menos resistir a estes testes, mais subjetiva se apresenta suas declarações (Latour, 2000 p.129).

Porém, para além de um estudo sobre a construção da objetividade científica, o que aqui apresentamos nos revela, caso consideremos seriamente os estudos de ciência de Bruno Latour, é que atentar à natureza da ciência nas pesquisas educacionais e nos processos de ensino envolve uma atenção maior, e maior criticidade, ao processo de construção da ciência. Assim, retornando à “visão consensual” sobre a natureza da ciência, podemos reler a lista de características da ciência e rerepresentá-la como segue. Entretanto, tendo claro os limites de nosso estudo, não cabe rever toda a lista de modo que teceremos considerações sobre os itens (1), (6) e (7).

(1) O conhecimento científico é confiável, embora, ao mesmo tempo, provisório (sujeito a mudança à luz de novas evidências ou conceituações de evidência). Quanto a isto, podemos afirmar que o estudo aqui empreendido o demonstra claramente. Ciência não é produção de verdades, mas de conhecimentos confiáveis. Esta confiabilidade é consequência de toda a rede sociotécnica envolvida na sua produção e disseminação, como acompanhamos no caso da produção de objetividade. Porém, sua provisoriedade também reside justamente no fato de que nada garante que essa rede, por princípio, vá durar para sempre. Aqui, a pesquisa na área de educação em ciência pode encontrar material fértil para novos estudos, para a construção e testagem de materiais didáticos e para a contextualização de episódios científicos. Por exemplo, por que uma parte considerável da população não confia em vacinas? Qual a rede sociotécnica em que estas pessoas estão inseridas? Que argumentos as contrapõem ao conhecimento científico? Que interesses mobilizam atitudes anticência?

(6) Embora a ciência se esforce para atingir a objetividade, há sempre um elemento de subjetividade no desenvolvimento do conhecimento científico. A construção da objetividade científica é um fenômeno coletivo e como tal sujeito a todas as limitações e potencialidades humanas. A escolha do tema de pesquisa, a capacidade de mobilizar aliados habilidosos para trabalhar no laboratório, o traquejo na busca de recursos, a disposição para convencer a sociedade da importância da pesquisa, a fidelidade aos problemas fundamentais da disciplina e um outro sem número de fatores não-epistemológicos estão envolvidos na produção de um sentido de objetividade robusto e que produza confiança. É na rede sociotécnica que a objetividade vai se firmar e esta rede é feita não só de elementos epistemológicos. Aqui, novamente, a área de educação em ciência tem um rico filão de pesquisas e de construção de estratégias de ensino. Podemos, por exemplo, nos perguntar: Quais interesses mobilizam determinada pesquisa? Que valores estão envolvidos no uso de algumas metáforas? Que valores estão envolvidos na escolha de determinados temas? Como a comunidade científica avalia seus pares? Por que ainda se mantém a desproporção de raça e gênero na comunidade científica? E quanto à suposta neutralidade do conhecimento científico? Como a constatação do processo de produção da objetividade científica pode ser aproveitada como momento de diálogo com outras tradições? Como povos e culturas distintas produzem sua objetividade? Como tradições

diferentes (religião, direito, literatura, etc.) produzem objetividade em seus respectivos campos? Como estas constatações podem contribuir para o respeito mútuo?

(7) Os contextos social e cultural desempenham um papel no desenvolvimento do conhecimento científico. Como vimos, a sociedade e a cultura estão completamente mobilizadas na rede sociotécnica de produção do conhecimento científico. Porém, mais do que isto, o estudo aqui apresentado mostra justamente a dissolução da noção de contexto. A ciência não é um conteúdo dentro de um contexto. Suas relações com os demais aspectos da sociedade são fundamentais para sua produção. Ao mesmo tempo, a própria sociedade se transforma com o desenvolvimento da ciência. Portanto, encontramos aqui uma abordagem riquíssima para tratarmos das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Estes aspectos dos estudos latourianos têm um potencial imenso para a pesquisa e os processos de ensino/aprendizagem de ciências. Novamente, algumas questões podem ser postas, como exemplos: como a economia, o direito, a religião, a indústria, entre outros campos, relacionam-se com a ciência? O que está envolvido na construção de grandes projetos científicos? Como a ciência afeta a vida e a subjetividade das pessoas? Qual é e qual deveria ser a relação entre ciência e política? Qual a importância de se conhecer a dimensão política da produção do conhecimento científico e quais as suas consequências socioculturais? Como se manifestam as relações de poder no conhecimento científico?

Juntamente com a leitura das características da natureza da ciência, tal como acabamos de fazer, podemos acrescentar uma oitava característica:

(8) A produção do conhecimento científico envolve uma íntima relação entre humanos e não-humanos. A ciência não é a consequência, como pensado classicamente, apenas das relações de um sujeito com um objeto. Como vimos, a construção do conhecimento científico é consequência de uma complexa rede sociotécnica que envolve inúmeros sujeitos humanos e incontáveis não-humanos. Embora isto pareça óbvio, pois ciência é sempre feita com entidades do mundo e com tecnologias, este aspecto é sempre relegado a um plano de insignificância. Porém, esta constatação é fundamental para a construção e validação do conhecimento científico. E o que é mais importante, esta rede pode ser mapeada e seus diversos elementos e relações podem ser descritos e analisados e, portanto, permitir que a produção do conhecimento científico seja melhor compreendida.

Considerações finais

Iniciamos este artigo articulando argumentos sobre a importância de uma compreensão da natureza da ciência e nos propomos apresentar a concepção de Bruno Latour sobre o modo como o conhecimento científico é produzido, focando a produção da objetividade. A partir disso, extraímos consequências para a compreensão da produção da objetividade científica. O estudo aqui apresentado, obviamente incompleto diante da imensa obra de Latour, procurou mostrar algumas das principais características do modo de produção do conhecimento científico e também a complexidade envolvida nesta produção. Esperamos ter argumentado o suficiente para mostrar que a objetividade científica é o resultado de uma complexa rede de interações dentro de uma ampla rede sociotécnica, que envolve aspectos sociais, culturais e tecnológicos, humanos e não-humanos. Porém, mais do que isto, explicitamos algumas características da natureza da ciência e acrescentamos uma oitava característica à “visão consensual” da natureza da ciência à luz da teoria latouriana. Para finalizar, cabe agora deixar algumas questões que precisam ser respondidas coletivamente dentro da comunidade de educadores em ciências.

Para o ensino de ciências precisamos nos perguntar: como articular esta concepção da objetividade com atividades de sala de aula ou em materiais de ensino? Que estratégias podem ser construídas e articuladas com cada nível da educação básica e superior? Como tornar os estudos de ciência parte da formação de professores? O ensino de ciências em laboratórios e aulas práticas pode ser enriquecido pela abordagem aqui apresentada? Em relação à uma educação intercultural, a explicitação dos modos de produção do conhecimento científico pode favorecer um diálogo? Como incluir as contribuições das diferentes culturas na construção de conhecimento científico? Seria importante acompanhar os modos como a objetividade é produzida em contextos culturais e ambientes distintos do laboratório?

Em relação às pesquisas educacionais, podemos colocar as seguintes questões: que novos estudos podemos realizar, no sentido de completar o que aqui foi enunciado? Que outros conceitos, para além do de objetividade, merecem explicitação dentro da obra de Latour? Seria produtivo nos debruçarmos sobre os conceitos de “fato científico”, “hipótese”, “experiência” e outros tão caros à filosofia da ciência? Como a obra de Latour pode contribuir para a contextualização histórica da ciência? Como os estudos etnográficos da formação de pesquisadores podem informar a área de educação sobre os processos de ensino/aprendizagem?

Finalmente, embora há muito se questiona a ideia clássica de sujeito e objeto e de suas relações, podemos perceber que a etnografia da ciência empreendida por Latour fornece uma poderosa ferramenta para compreendermos estes conceitos e suas relações. Numa primeira aproximação, podemos dizer que sujeito e objeto estão imiscuídos em uma complexa rede de interações e, mais, suas relações deixam rastros que podem ser mapeados. Sugerimos que esta linha de pesquisa pode ser bastante produtiva e contribuir imensamente para uma compreensão dos processos de ensino aprendizagem.

Pela enorme rede de relações que engendra, o que aqui foi apresentado remete a questões importantes para a ampliação da compreensão da atividade científica e tecnológica, no universo da construção das relações de saber/poder das sociedades e culturas, com importantes consequências para a educação em ciências, que merecem ser pesquisados.

Esperamos que o que aqui se apresentou encontre ressonância na comunidade de pesquisadores e molde-se como um convite para posteriores desenvolvimentos.

Agradecimentos

Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa e pelo apoio financeiro. Viana é grata ao CNPq pela bolsa de doutorado. Os autores e as autoras são grato(a)s aos pareceristas anônimos pelos comentários e sugestões que contribuíram para o aperfeiçoamento do texto.

Referências

- Abd-El-Khalick, F. (2012). Nature of Science in Science Education: Toward a Coherent Framework for Synergistic Research and Development. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1041–1060). Springer.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teacher's conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701.
- Ackerson, V., & Donnelly, L. A. (2008). Relationships among learner characteristics and preservice teachers' views of the nature of science. *Journal of Elementary Science Education*, 20(1), 45–58.
- Allain, L. R., Ramos, P. L., Schetino, L. P. L., Oliveira, J. B., & Fraile, O. O. (2020). Sistemas de Conhecimentos Científicos e Tradicionais de formandos em Ciências da Natureza na Educação do Campo: diálogos a partir da Teoria Ator-Rede. *Revista Insignare Scientia*, 3(4), 61–80. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i4.11810>
- Allchin, D. (1999). Values in Science: an Educational Perspective. *Science & Education* 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1023/A:1008600230536>
- Ministério da Educação (MEC) (2018). *Base nacional comum curricular*. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf
- Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the Nature of Science and Decision Making on Science and Technology Based Issues. *Science Education*, 87, 352–377. <https://doi.org/10.1002/sce.10063>
- Blok, A., & Jensen, T. E. (2011). *Bruno Latour. Hybrid thoughts in a hybrid world*. Routledge.
- Brown, H. (1983). *La nueva filosofía de la ciencia*. Tecnos.
- Carey, S., & Smith, C. (1993). On understanding the nature of scientific knowledge. *Educational Psychologist*, 28(3), 235–251. <https://www.harvardlds.org/wp-content/uploads/2018/05/Carey-Smith.-1993.-On-understanding-the-nature-of-scientific-knowledge.pdf>
- Central Association for Science and Mathematics Teachers (1907). A consideration of the principles that should determine the courses in biology in secondary schools. *School Science and Mathematics*, 9(3), 241–247. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1909.tb03028.x>
- Chalmers, A. F. (2017). O que é ciência afinal? (Obra original publicada em 1983). Brasiliense.
- Cobern, W. W., & Loving, C. C. (2001). Defining “Science” in a Multicultural World: Implications for Science Education. *Science Education*, 85, 50–67.
- Coutinho, F. A., Goulart, M. I. M., Munford, D., & Ribeiro, N. A. (2014). Seguindo uma lupa em uma aula de ciências para a educação infantil. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 19(2), 381–402.
- Coutinho, F. A., Santos, V. M. D. F., Amaral, A. C. R., Santos, M. I., Silva, F. A. R., & Silva, A. D. J. (2016). Quando os educandos transformam uma sequência didática em um ator-rede: movimentos de translação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente na educação de jovens e adultos. *Experiências Em Ensino de Ciências*, 11(3), 178–193. <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/591>

- Coutinho, F. A., & Silva, F. A. R. (2014). Análise de texto de um livro didático de biologia orientada pela teoria ator-rede: um estudo sobre o tema evolução biológica. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 19(3), 531–539.
- Coutinho, F. A., & Silva, F. A. R. (2016). *Sequências didáticas: propostas, discussões e reflexões teórico-metodológicas*. FAE/UFMG.
- Crasnow, S. (2008). Feminist philosophy of science: ‘standpoint’ and knowledge. *Science & Education*, (17), 1089–1110. <https://doi.org/10.1007/s11191-006-9069-z>
- Daston, L., & Galison, P. (2007). *Objectivity*. MIT Press.
- Douglas, H. E. (2009). *Science, Policy, and the Value-Free Ideal*. University of Pittsburgh Press.
- Davson-Galle, P. (2002). Science, Values and Objectivity. *Science & Education*, (11), 191–202. <https://doi.org/10.1023/A:1014412500803>
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people’s images of science*. Open University Press.
- Faria, S. E., & Coutinho, A. F. (2015). Educação Científica em ação: a cartografia das controvérsias como prática de cidadania técnico-científica. *Caderno de Pesquisa*, 22(3), 133–147. <https://doi.org/10.18764/2178-2229.v22.n3.p.133-147>
- Feyerabend, P. K. (1975). *Against Method*. Verso.
- Figueiredo, A. F. A., Nobre, J. C. L., Allain, L. R., & Paes, S. R. (2020). O Encontro de Saberes como expansão epistêmica: percursos na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. *Revista Mundaú*, 9, 50–67.
- Freeman, S., & Herron, J. C. (2009). *Análise evolutiva*. Artmed.
- Freitas, A. P. S., & Coutinho, F. A. (2018). Performando um espaço de reflexão sobre sistemas de conhecimento a partir de um debate: experiência em uma turma de licenciatura em educação do campo. *Cadernos CIMEAC*, 8(1), 283–302. <https://doi.org/10.18554/cimeac.v8i1.2832>
- Hanson, N. R. (1958). *Patterns of Discovery*. Cambridge University Press.
- Harding, S. (2015). *Objectivity and Diversity: Another Logic of Scientific Research*. University of Chicago Press.
- Kuhn, T. S. (1978). *A estrutura das revoluções científica* (Obra original publicada em 1962). Perspectiva.
- Lacey, H. (2020). Objectivity and Science Education. *Science & Education*, 29(1), 199–201. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00082-w>
- Ladyman, J. (2002). *Understanding philosophy of science*. Routledge.
- Latour, B. (2000). *Ciência em ação. Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afóra*. Editora da UNESP.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1997). Vida de laboratório. A produção dos fatos científicos. Relume Dumará.
- Latour, B. (2001). A esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. EDUSC.
- Lederman, N. G. (2010). Nature of Science: past, present, and future. In S. K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on Science education*. Routledge.
- Lewis, B. F., & Aikenhead, G. S. (2001). Introduction: Shifting Perspectives from Universalism to Cross-Culturalism. *Science Education*, 85, 3–5.
- Lima, N. W., Ostermann, F., & Cavalcanti, C. J. H. (2018). A não-modernidade de Bruno Latour e suas implicações para a Educação em Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(2), 367–388.
- Lima, N. W., Vazata, P. A. V., Ostermann, F., Cavalcanti, C. J. de H., & Moraes, A. G. (2019). 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*, 19, 155–189. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u155189>

- Matthews, M. R. (2018). *New Perspectives in History, Philosophy and Science Teaching: An Introduction*. In M. R. Matthews, M. R. (Ed.), *History, Philosophy, and Science Teaching*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62616-1>
- Melo, M. F. A. Q. (2007). Seguindo as pipas com a metodologia da TAR. *Revista do Departamento de Psicologia*, 19(1), 169–186. <https://doi.org/10.1590/S0104-80232007000100013>
- Niaz, M. (2018). *Evolving Nature of Objectivity in the History of Science and its Implications for Science Education*. Springer.
- Pierce, C. (2015). Learning about a fish from ANT: acotr network theory and science education in the postgenomic era. *Cultural Studies of Science Education*, 10, 83–107. <https://doi.org/10.1007/s11422-013-9498-3>
- Psillos, S. (2007). *Philosophy of Science A–Z*. Edinburgh University Press.
- Reis, A. L., & Silva, F. A. R. (2021). Seguindo um chargista em tempos de pandemia e recrutando aliados para a educação científica. *Olhar de Professor*, (24), 1–12.
- Reiss, J., & Sprenger, J. (2017). “Scientific Objectivity”. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/archives/win2017/entries/scientific-objectivity>
- Rezzadori, C. B. D. B., & Oliveria, M. A. (2011). A Rede Sociotécnica de um Laboratório de Química do Ensino Médio. *Experiências Em Ensino de Ciências*, 6(3), 16–37.
- Shapin, S. (1988). Following scientists around. *Social Studies of Science*, 18(3), 533–550.
- Smith, M. U., & Scharmann, L. C. (1999). Defining versus Describing the Nature of Science: A Pragmatic Analysis for Classroom Teachers and Science Educators. *Science Education*, 83, 493–509. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199907\)83:4%3C493::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199907)83:4%3C493::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-U)
- Stefanidou, C., & Skordoulis, C. (2014). Subjectivity and Objectivity in Science: An Educational Approach. *Advances in Historical Studies*, (3), 183–193.
- Suppe, F. (1989). *The semantic conception theories and scientific realism*. University of Illinois Press.
- Zanatta, R. P. P., & Filho, N. C. S. (2020). 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. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1469–1495. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1469>

Notas

1 No campo da filosofia da ciências, existem incontáveis trabalhos sobre a objetividade científica, realizados a partir das mais diversas perspectivas. Seria impossível citar todos aqui. No entanto, ao leitor interessado, indicamos Daston & Galison (2007), Douglas (2009) e Harding (2015).

2 Na área de educação em ciências diversos trabalhos têm se apropriado da obra de Latour como referencial teórico-metodológico. Podemos citar, por exemplo, Allain et al. (2020), Coutinho et al. (2014), Coutinho et al. (2016), Coutinho & Silva (2014), Coutinho & Silva (2016), Faria & Coutinho (2015), Figueiredo et al. (2020), Freitas & Coutinho (2018), Melo (2007), Pierce (2015), Rezzadori & Oliveria (2011) e Reis & Silva (2021). Entre trabalhos que abordaram a questão da natureza da ciência de modo mais explícito, podemos citar Lima et al. (2018), Lima et al. (2019) e Zanatta et al. (2020). Estes trabalhos, no entanto, não trataram da questão específica da objetividade científica e nem dialogaram explicitamente com a “visão consensual” da natureza da ciência.

3 O micrótomo é um equipamento comumente utilizado em práticas de cortes histológicos. Este equipamento prende uma amostra de tecido em um “braço” que se movimenta para cima e para baixo e neste movimento acaba passando a amostra de tecido em uma navalha afiada que produz finos cortes do tecido de interesse.

4 Freeman & Herron (2009, p. 532)

5 Para estudos mais aprofundados, remetemos a leitora ou o leitor a Latour 1997, capítulo 2, e Latour 2000, capítulo 1.

6 Estas não são as únicas situações possíveis. Dada a complexidade do ambiente científico, várias outras situações podem ser esperadas. Arrolamos estas quatro para efeito de argumentação.