

Concepções de Método Científico entre pós-graduandos em cursos de Ecologia

Ideas of Scientific Method among students in ecology graduate courses

Adriana Barbosa Andrade¹, Fernando Mayer Pelicice^{*,2}

¹ Hemocentro Coordenador de Palmas, Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecótonos (atual Biodiversidade, Ecologia e Conservação), Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil. ² Programa de Pós-graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação (PPGBEC), Núcleo de Estudos Ambientais (Neamb), Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil.

Resumo

Existe uma pluralidade de concepções sobre a natureza da ciência, porém o assunto usualmente se encontra afastado da realidade do cientista. Este estudo investigou concepções de Método Científico entre estudantes de pós-graduação em cursos de Ecologia em universidades brasileiras. Entrevistamos 115 discentes (mestrandos e doutorandos) com a pergunta "O que você entende por Método Científico?". As respostas foram analisadas a partir de um conjunto de noções ($n = 13$) estabelecidas *a priori*, que foram comparadas à quatro concepções clássicas de Método Científico: positivismo, falsificacionismo, revoluções científicas e anarquia científica. A maioria dos alunos (95,6%) expressou a crença de que o Método Científico é um método geral, um protocolo que produz conhecimento científico. Poucos alunos questionaram sua entidade ontológica ou apresentaram elementos que ilustram sua complexidade. Uma Análise de Correspondência revelou que as concepções dos discentes se alinham, majoritariamente, com o positivismo e o falsificacionismo. Dessa forma, nossos resultados indicam que ecólogos em formação adquirem, no geral, concepções restritas e limitadas do Método Científico, desconhecendo o recente debate epistemológico que investigou, criticou e reinterpretoou muitos aspectos da natureza da ciência.

Palavras-chave: Ecologia; Epistemologia; Filosofia da Ciência; Imagem de ciência; Pós-graduação.

Abstract

There are many conceptions about the nature of science, but scientists are usually unaware about them. This study investigated the conception of Scientific Method among students from ecology graduate courses in Brazilian universities. We interviewed 115 students (master and PhD) with the question "What do you understand by Scientific Method?". We analyzed their responses based on a set of notions ($n = 13$) established a priori, and compared with four

* **F.M. Pelicice** - Endereço para correspondência: Universidade Federal do Tocantins, Núcleo de Estudos Ambientais (Neamb), Programa de Pós-graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação (PPGBEC). Rua 3, Quadra 17, Jardim dos Ipês, Porto Nacional, Tocantins, 77500-000. Telefone / fax: 55 63 98129-3036. E-mail: fmpelicice@gmail.com

classical conceptions of the Scientific Method: (i) positivism, (ii) falsificationism, (iii) scientific revolutions and (iv) scientific anarchism. Most students (95.6%) expressed the belief on the Scientific Method as a general method, a protocol able to produce scientific knowledge. Few students questioned its ontological nature or provided ideas about complexity. A Correspondence Analysis revealed that student's conceptions are mainly related to positivism and falsificationism. Thus, our results indicate that ecology graduate students have weak conceptions about the Scientific Method, ignoring the recent epistemological debate that criticized and reinterpreted many aspects about the nature of science.

Keywords: Ecology; Epistemology; Graduate; Image of Science; Philosophy of Science.

1. Introdução

A filosofia positivista, iniciada por Augusto Comte (1798-1857), montou uma imagem de Ciência muito influente. Pautada no empirismo, no método indutivo e na desqualificação de componentes metafísicos e filosóficos (Andery et al., 1998; Braga, Guerra & Reis, 2008; Tomanik, 2009), essa imagem fortaleceu a ideia de que o conhecimento científico é produto da aplicação de um protocolo geral, o Método Científico. Tal método se pauta na observação exaustiva e objetiva dos fenômenos, caminho que conduz à descoberta das leis que regem a Natureza. Numerosas observações, feitas por cientistas isentos de expectativas, crenças, valores, emoções e outras fontes de subjetividade, permitem a proposição de hipóteses (generalizações via indução) que, resistindo a testes rigorosos, assumiriam status de teoria verificada (comprovada), sendo então anexada ao corpo teórico da disciplina (Chalmers, 2000; Tomanik, 2009). De acordo com o positivismo, a atividade científica se resume à coleta e ao acúmulo de fatos, já que quanto maior o suporte empírico, mais confirmada seria a teoria; e quanto mais confirmada, mais próxima da realidade. Augusto Comte contribuiu em desenvolver essa concepção de Método Científico, porém suas ideias embrionárias são encontradas nas Revoluções Científicas dos séculos XVI e XVII, nas quais empiristas, como Francis Bacon e Isaac Newton, desempenharam papéis centrais (Andery et al., 1998).

Durante o século XX, a visão positivista se tornou hegemônica dentro e fora do meio acadêmico (Rigler & Peters, 1995; Tomanik & Benedito, 2009). Por outro lado, o século XX também presenciou a emergência de um debate filosófico que traçou novas orientações epistemológicas e cognitivas, propondo concepções que se afastam muito da versão positivista (Chalmers, 2000; Villani, 2001). Nesse debate, cabe destaque a três pensadores: Karl Popper, Thomas Kuhn e Paul Feyerabend. Ainda que representem correntes filosóficas muito distintas (Tabela 1), esses filósofos apresentaram pensamentos em comum. Todos eles perceberam, por exemplo, a insuficiência do método indutivo e a ingenuidade da verificação, e construíram relatos que incorporam a complexidade da cognição humana, ilustrando a natureza provisória do conhecimento científico e sua difícil relação com a verdade. Além disso, todos formularam, a seu modo, novas concepções sobre o Método Científico, enfatizando que os cientistas que revolucionaram o pensamento humano não seguiram protocolos empíricos baseados apenas em observação factual e comprovação. Pelo contrário, o pensamento inovador, a crítica e a contestação de teorias, de resultados experimentais ou abordagens metodológicas consagradas sempre foram elementos do progresso científico. Houve,

inclusive, a negação explícita do Método Científico: na versão de Feyerabend, não existe uma receita geral que todos os cientistas tenham seguido; se a ciência chegou ao nível em que hoje se encontra, foi pela violação de regras e pluralidade de ideias e abordagens (Feyerabend, 1993).

Tabela 1. Descrição geral das quatro concepções clássicas de Método Científico utilizadas neste estudo.

Concepções de Método Científico

1. Positivismo (Augusto Comte)

O Positivismo foi organizado por Augusto Comte (XIX), mas passou por desenvolvimentos no início do século XX. Defende a existência de um Método Científico universal e atemporal (*i.e.*, um protocolo responsável pela produção do conhecimento científico). O Método implica numa sequência sistematizada de observações objetivas e comprovações. O conhecimento científico é absolutamente empírico: o cientista observa metodicamente a Natureza, registrando fatos de maneira imparcial e objetiva, procedimento que permite identificar padrões e assim, propor generalizações via raciocínio indutivo (*i.e.*, teorias científicas). A pesquisa serve para comprovar essas generalizações, submetendo-as a testes empíricos executados com muito rigor. Quando houver correspondência entre a generalização e os fatos, a teoria assume status de comprovada. O Método Científico é utilizado como demarcador (*i.e.*, apenas teorias produzidas ou testadas pelo Método são científicas).

2. Falsificacionismo (Karl Popper)

A doutrina falsificacionista de Karl Popper representa uma crítica ao modelo positivista de verificacionismo. Para Popper, não é possível verificar o conteúdo empírico de nenhuma teoria, devido às limitações inerentes ao raciocínio indutivo. O Método Científico, para Popper, baseia-se num sistema de conjecturas e refutações, sendo possível apenas demonstrar que as teorias são falsas. Nisso, o falsificacionismo compreende que as hipóteses são meras conjecturas, suposições criadas livremente pelo intelecto humano, cuja gênese está vinculada a um processo plural, complexo e não premeditado (*i.e.*, contexto da descoberta). Uma vez propostas, as hipóteses devem ser testadas rigorosamente por observação ou experimentação (*i.e.*, contexto da justificação). O teste incide sobre as predições da hipótese, método conhecido como Hipotético-Dedutivo. Para adquirir status de científica, a hipótese deve resistir aos mais variados testes (rigorosos e imparciais), caso contrário deve ser eliminada e substituída por outra melhor. Portanto, o falsificacionismo se preocupa com a refutação de teses, não com a confirmação. Além disso, se preocupa basicamente com o procedimento de escolha das teorias, momento em que é possível aplicar critérios lógicos e rigorosos.

3. Revoluções Científicas e Paradigmas (Thomas Kuhn)

Thomas Kuhn apresentou uma imagem de ciência muito diferente das concepções positivista e falsificacionista, ambas com forte acento empirista. Na visão de Kuhn, a ciência é um produto histórico, comunitário e social, regida pelas regras estabelecidas dentro da comunidade científica do período. Nesse sentido, não existe uma regra de conduta universal (Método Científico), atemporal, que possa unificar a prática científica. As regras de proposição, teste e aceitação de teorias científicas, assim como os padrões de interpretação dos fenômenos, mudam ao longo do tempo, de acordo com a visão de mundo dominante entre os cientistas. Essa visão, denominada *paradigma*, engloba um conjunto de conceitos, pressupostos, metafísica, métodos, critérios e explicações aos quais os cientistas são expostos e aceitam, passando a orientar todas as atividades da comunidade científica. Os paradigmas se estabelecem historicamente e, quando aparecem, marcam o momento de amadurecimento da ciência, *i.e.*, estágio estável, bem definido, organizado e de longa duração (estágio de Ciência Normal). Os paradigmas, entretanto, podem sofrer ataques e rupturas (estágio de Crise), sendo então abandonados e substituídos (estágio de Revolução Científica). Emergindo um novo paradigma, mudam-se as questões, teorias, métodos, instrumentos, critérios, valores, crenças e mesmo os fatos. É como se o cientista passasse a viver em um novo mundo. Aceito o paradigma, estabelece-se um novo período de ciência normal. Kuhn, portanto, rejeita a noção de um Método Científico universal que opere entre paradigmas, pois na troca de paradigmas, a estrutura anterior é abandonada ou profundamente modificada. Nisso, explica que paradigmas rivais são incomensuráveis, visto que as partes envolvidas estão contaminadas por seus próprios valores, fazendo com que sua escolha seja muito complexa e subjetiva. Por isso, a adesão ao paradigma não ocorre por vias racionais (*i.e.*, teste racional lógico/empírico), mas por via da argumentação persuasiva e consenso entre os cientistas.

4. Anarquia Científica (Paul Feyerabend)

Paul Feyerabend escreveu ensaios em resposta ao falsificacionismo, em grande medida. Feyerabend rejeitou a ideia de que a atividade científica é governada por regras e critérios universais e atemporais, e defendeu abertamente que o Método Científico não existe. Os procedimentos que constituem as ciências não possuem estrutura comum, e a história da ciência só pode ser explicada se analisarmos o comportamento individual dos cientistas que, ao longo do tempo, serviram-se dos mais variados estratagemas para propor, escolher e defender suas teses. Diante disso, Feyerabend afirma que o único princípio que sobrevive é o “vale-tudo”, visto que os cientistas, na prática, criam, violam e superam regras e critérios de acordo com a necessidade. No jogo científico, elementos entendidos como irracionais são cruciais, como subjetividade, interesse, valores, emoções, dogmatismo, fé, persuasão e retórica – em contraposição ao teste racional lógico/empírico. Explica que, sem a participação desses elementos irracionais, as teorias hoje aceitas teriam sido refutadas e descartadas na sua origem. Assim, o cientista não segue padrões metodológicos, lógicos e epistemológicos determinados, e a escolha entre teorias rivais é um processo complexo e imprevisível, em última análise, subjetivo. Por essa razão, ideias nunca são refutadas ou descartadas em definitivo na ciência, podendo reaparecer de acordo com os interesses e o empenho do cientista. A constituição do conhecimento científico, portanto, não é produto do Método, mas da excelência do cientista em defender sua causa e convencer os seus pares. Defende que a pluralidade de abordagens na atividade científica é necessária (anarquia do conhecimento), caso contrário, a ciência se estagnar.

Esse debate teve forte repercussão nas discussões sobre filosofia da ciência (*e.g.*, Theocharis & Psimopoulos, 1987; Chalmers, 2000; Mayr, 2004), porém o conceito de ciência, para muitos, ainda é sinônimo da aplicação de um método rigoroso que conduz a resultados precisos, corretos e definitivos. Elementos da concepção positivista perduram no público leigo e no meio acadêmico, visto que a instrução em filosofia da ciência é deficiente entre cientistas e estudantes das ciências naturais (*e.g.*, Del Solar & Marone, 2001; Farji-Brener, 2003; Calor & Santos, 2004). As consequências desse desconhecimento são muitas. Por exemplo, o cientista pode se tornar mero sujeito passivo no processo de pesquisa, não tendo consciência da sua prática, ou não se responsabilizando pelos seus atos e conclusões. Pode também não saber localizar seu trabalho dentro do contexto histórico do problema que pretende solucionar, jamais questionando os métodos e padrões que fundamentam sua rotina de pesquisa, e ignorando os limites inerentes à sua disciplina. No campo do ensino e divulgação científica, a pobreza intelectual pode criar condições para a perpetuação de uma imagem congelada de ciência (Del Solar & Marone, 2001), o que implica numa concepção dogmatizada dos meios (métodos) e produtos científicos (teorias). Além disso, a desconsideração do aspecto dinâmico, incerto e criativo da ciência oferece uma visão menos inspiradora, que exige pouco do cientista, fundamentada na aplicação de regras gerais já estabelecidas (Medawar, 2008).

Esse contexto se estende à ciência ecológica, visto que os ecólogos usualmente não dão importância às reflexões sobre os fundamentos da ciência, sendo raras as incursões pelo tema (*e.g.*, Rigler & Peters, 1995; Del Solar & Marone, 2001; Farji-Brener, 2003; Pickett, Kolasa & Jones, 2007; Martins & Coutinho, 2010; Neves, Coutinho & Martins, 2011). Problemas no desenvolvimento dessa ciência podem aparecer na medida em que o ecólogo, ingênuo filosoficamente, se depara com situações complexas cuja solução necessita de inventividade, esforço e novas abordagens. A sociedade, por sua vez, igualmente mal instruída, também faz cobranças e exigências que podem estar fora do alcance da solução científica. Esse contexto é rotina, pois a sociedade espera, com crescente urgência, soluções para os problemas de ordem ambiental. Nesse contexto, o ecólogo mais bem instruído nos temas sobre filosofia da ciência compreenderá com mais profundidade o crescimento, limites e insucessos que permeiam sua disciplina, se tornando mais bem preparado ao exercício da atividade. Cabe destacar que a ecologia, por lidar com objetos de estudo diversificados, além de níveis

hierárquicos e escalas diversas, é uma ciência *par excellence* dinâmica, conceitualmente rica e plural em abordagens metodológicas (Del Solar & Marone, 2001; Ghilarov, 2001). A prevalência de imagens de ciência muito restritivas, como a positivista, exacerba a necessidade de se conhecer os debates e diferentes opiniões sobre a natureza da ciência.

Diante desse quadro, alguns autores têm procurado conhecer as concepções de ciência de alunos e cientistas (*e.g.*, Rowell & Cawthron, 1982; Edmondson & Novak, 1993; Ryder, Leach & Driver, 1999; Dogan & Abd-El-Khalick, 2008). Esse entendimento é necessário para identificar a extensão do problema e apresentar aos alunos novas orientações epistemológicas. Nessa perspectiva, o presente estudo visa analisar a concepção de Método Científico em alunos de cursos de pós-graduação em ecologia (mestrado e doutorado) de universidades brasileiras, identificando os elementos que a compõem e investigando sua relação com concepções de ciência consagradas: Augusto Comte (*i.e.*, Positivismo), Karl Popper (*i.e.*, Falsificacionismo), Thomas Kuhn (*i.e.*, Revoluções Científicas e Paradigmas) e Paul Feyerabend (*i.e.*, Anarquia Científica) (Tabela 1). Destaca-se que compreender a imagem de ciência destes alunos é importante, pois eles assumirão cargos de pesquisadores e docentes, além do fato de que a pós-graduação no Brasil responde por parcela relevante da produção científica.

2. Materiais e Métodos

2.1. Contato com os entrevistados

Foram elegíveis para o estudo alunos de Programas de Pós-graduação (PPG) em Ecologia, Biodiversidade e/ou Conservação (mestrado acadêmico, mestrado profissional e doutorado) de universidades brasileiras, públicas ou privadas. Os PPGs foram selecionados através do Portal da CAPES (www.capes.gov.br). Todos os programas listados no site foram contatados. A convocação dos discentes deu-se por três formas:

- i) Envio de carta, via correio eletrônico, aos representantes discentes cujos *e-mails* encontravam-se disponíveis nos *sites* dos PPGs. Foi feita breve explicação sobre a pesquisa e seus objetivos, solicitando que atuassem como agentes recrutadores nos PPGs que representavam. Pedimos para que convidassem, de forma aleatória, no mínimo dez estudantes, independentemente do semestre que estivessem cursando. O representante deveria nos enviar os endereços de *e-mail* dos alunos que concordaram em participar da pesquisa.
- ii) Envio de carta, via correio eletrônico, aos coordenadores dos PPGs, explicando brevemente a pesquisa e os objetivos do trabalho. Da mesma forma, foi solicitado que convidassem aleatoriamente ao menos dez alunos dispostos a participar da pesquisa, nos retornando seus *e-mails*.
- iii) Envio de carta, via correio eletrônico, a estudantes cujos PPGs disponibilizavam seus endereços eletrônicos no *website*. A escolha dos entrevistados foi aleatória e obedeceu ao número mínimo de dez alunos por Instituição. A carta explicava de maneira objetiva os intentos da pesquisa e verificava a disponibilidade do aluno.

2.2. Coleta dos dados

Para a coleta de dados foi utilizado como instrumento um questionário composto por duas partes: (i) Histórico do Aluno e (ii) Concepção de Método Científico. A primeira parte, constituída por cinco questões objetivas, caracterizou o perfil do respondente quanto ao gênero, região geográfica da universidade, nível de pós-graduação que estava cursando (mestrado ou doutorado) e instrução prévia (se já havia cursado disciplinas sobre metodologia científica ou história e filosofia da ciência). A segunda parte era formada por uma pergunta: “O que você entende por Método Científico? Descreva a sua concepção do mesmo.” Essa questão buscava acessar ideias associadas à concepção de Método Científico dos entrevistados. A pergunta exigia resposta de caráter dissertativo, sem limite de extensão, para estimular o respondente a explicitar sua concepção.

A aplicação dos questionários ocorreu de forma eletrônica, com o envio de um *e-mail* aos alunos que haviam manifestado disposição em participar da pesquisa. Neste e-mail constava o questionário, as instruções para o seu preenchimento e demais informações. Nesse momento, os alunos eram esclarecidos quanto a necessidade de preencher o questionário por completo, e a importância de não consultarem bibliografia específica para a elaboração das respostas, de forma que expressassem seu conhecimento sobre o assunto. Além disso, por razões éticas, os alunos eram esclarecidos sobre o anonimato da pesquisa, em que não seriam divulgados os nomes dos entrevistados ou qualquer outra informação que pudessem identificá-los. Foi garantido também que os nomes das Universidades envolvidas seriam mantidos em sigilo. Todos os discentes colaboraram com a pesquisa por livre espontânea vontade. Essa primeira fase do trabalho (do contato inicial com os entrevistados à devolução dos questionários respondidos) foi realizada entre 06 de outubro de 2011 e 14 de maio de 2012.

2.3. Análise dos dados

Para ilustrar o perfil dos alunos, calculamos o número de respondentes quanto as seguintes variáveis: sexo (feminino ou masculino), nível de pós-graduação (mestrando ou doutorando) e instrução prévia (se cursou disciplinas de metodologia científica e/ou história e filosofia da ciência).

Para nortear a análise do conteúdo das respostas dos alunos, noções foram definidas *a priori*, com base em quatro concepções clássicas de Método Científico: Positivismo, Falsificacionismo, Paradigmas e Anarquia (Tabela 1). Definimos um total de 13 noções (Tabela 2) de modo a abarcar os principais tópicos tratados pelas concepções clássicas. Em seguida, procedeu-se a análise das respostas dos alunos, de modo a identificar as noções presentes. A presença das noções em cada resposta foi atribuída a partir da menção de conceitos correlatos (Anexo A), tomados como sinônimos das noções. Esse procedimento gerou uma matriz (presença/ausência) de discentes (115 linhas) vs. noções (13 colunas). Calculamos então a frequência de ocorrência (%) das noções entre todos os respondentes. Adicionalmente, para investigar a relação entre o perfil do discente e sua concepção, calculamos a frequência das noções discriminando sexo, nível e instrução prévia.

Para associar as respostas dos alunos com as concepções clássicas do Método Científico, caracterizamos as 4 concepções de acordo com as 13 noções definidas *a priori*. Para isso, atribuímos valores (0 a 3) à cada noção de acordo com sua importância em cada concepção:

0 = ausente; 1 = fraco; 2 = moderado; 3 = forte (Tabela 2). A atribuição de pontos foi necessária, pois algumas noções são compartilhadas entre as concepções, porém com importância diferenciada. Por exemplo, a noção “empíria” é supervalorizada nas imagens positivista e falsificacionista, tem papel relevante no relato de Kuhn, porém assume papel subsidiário para Feyerabend. Por outro lado, a noção de “paradigma” é central na concepção de Kuhn, periférica no relato de Feyerabend, e desconsiderada pelas visões positivista e de Popper. Uma vez definida a pontuação, gerou-se uma matriz quantitativa (escala 0 a 3) de concepções (4 linhas) vs. noções (13 colunas). Em seguida, unimos a matriz das concepções clássicas com a matriz dos alunos e aplicamos uma análise multivariada (Análise de Correspondência), a fim de ordenar todas as concepções com base nas 13 noções. Apenas o primeiro eixo foi interpretado, por somar parte relevante da variação, e devido os demais poderem apresentar distorção (Hill & Gauch, 1980). A Análise de Ordenação foi conduzida no programa Past 1.75b (Hammer, Harper & Ryan, 2001).

Tabela 2. Noções utilizadas para caracterizar o Método Científico no ideário dos pós-graduandos e nas concepções epistemológicas clássicas (Positivismo - PO, Falsificacionismo - FA, Paradigmas - PA e Anarquia - AN). No caso das concepções clássicas, foram atribuídos valores para descrever a importância de cada noção dentro de cada relato (0 = ausente; 1 = fraco; 2 = moderado; 3 = forte). A definição das noções e a atribuição dos valores se baseou majoritariamente em Chalmers (2000).

Noções	PO	FA	PA	AN	Descrição Geral
Método geral	3	3	0	0	Protocolo que produz conhecimento científico
Explicações	3	3	1	0	Proposição de hipóteses, teorias e leis
Pesquisa	3	3	1	0	Proposição de pesquisas, investigações, testes
Verificação	3	0	0	0	Capacidade de verificar (confirmar) empiricamente uma teoria a partir do seu conteúdo
Falsificação	0	3	1	0	Capacidade de refutar (falsificar) empiricamente uma teoria a partir do seu conteúdo
Empíria	3	3	2	1	Produção de observação objetiva (fatos científicos)
Rigor	3	3	2	1	Emprego de procedimentos que garantem maior confiabilidade na pesquisa, e.g. metodologias, lógica, replicação, instrução, imparcialidade, quantificação, estatística
Excelência	1	2	2	3	Papel da excelência do cientista (e.g. criatividade, dedicação) na proposição, escolha e defesa de teorias
Método múltiplo	0	0	3	3	Existência de vários métodos, critérios e procedimentos envolvidos na produção do conhecimento científico
Autoridade	0	0	3	3	Papel da autoridade do cientista ou comunidade científica na proposição, escolha e defesa de teorias
Paradigma	0	0	3	1	Existência de padrões conceituais, teóricos e metodológicos que guiam a atividade científica
Retórica	0	0	2	3	Papel da argumentação persuasiva na proposição, escolha e defesa de teorias
Vale tudo	0	0	0	3	Ausência de regras invioláveis na prática científica, e presença de elementos não-rationais.

O procedimento de definição das noções e atribuição de importância seguiu a descrição das quatro concepções clássicas conforme Chalmers (2000). No entanto, obras originais também foram consultadas (Popper, 1989; Feyerabend, 1993; Kuhn, 2000), assim como literatura adicional (Rigler & Peters, 1995; Oliveira, 2009; Pelicice, 2009; Tomanik, 2009; Tomanik & Benedito, 2009).

3. Resultados

O questionário foi enviado a 246 pós-graduandos. Destes, 116 devolveram o mesmo respondido (47,15%), no entanto, um dos entrevistados não preencheu o instrumento completamente e, por isso, seus dados não foram utilizados. Assim, a amostra foi constituída por 115 alunos.

Os alunos entrevistados pertenciam a PPGs distribuídos em 28 universidades brasileiras, a maioria localizada na região Sudeste (Tabela 3). Com relação ao perfil dos respondentes (Tabela 3), houve uniformidade na representatividade entre os sexos. A amostra contou com 77 mestrandos e 36 doutorandos. A maior parte dos entrevistados já cursou disciplinas que abordam temas relacionados à filosofia da ciência.

Tabela 3. Número de alunos entrevistados segundo a região do país onde sua universidade está localizada; sexo (M = masculino; F = feminino); nível da pós-graduação (MSc = mestrando; PhD = doutorando) e instrução prévia em filosofia da ciência (metodologia científica ou história e filosofia da ciência).

	Número		Sexo (%)		Nível (%)		Instrução (%)	
	Alunos	Universidades	M	F	MSc	PhD	Não	Sim
Norte	24	4	12.4	8.0	14.2	6.2	6.1	14.0
Nordeste	15	4	7.1	6.2	12.4	0.9	0.9	12.3
Centro-Oeste	11	4	6.2	3.5	6.2	2.7	0.0	9.6
Sudeste	43	12	12.4	25.7	23.9	14.2	9.6	28.1
Sul	22	4	11.5	7.1	11.5	8.0	2.6	16.7
TOTAL	115	28	49.6	50.4	68.1	31.9	19.3	80.7

As respostas dos alunos à questão do estudo (O que você entende por Método Científico?) apresentaram explicações com diferentes extensões. As respostas tiveram, em média, 53,8 palavras \pm 44,7 desvio padrão (8 a 255 palavras). Das 13 noções definidas *a priori*, identificamos 10 nas respostas dos alunos (Anexo A). A Figura 1a apresenta a frequência (%) com que cada noção apareceu entre as respostas emitidas pelos alunos. A maioria dos entrevistados (95,6%) expressou a crença de que o Método Científico é um “método geral”, um protocolo capaz de produzir conhecimento científico. Apenas 4,3% dos entrevistados expressaram a ideia de “método múltiplo” (*i.e.*, diversificado na história e entre as ciências). Considerando as demais noções, as mais recorrentes foram “rigor”, “pesquisa” e “explicações”: quase todos os alunos mencionaram ideias associadas à rigor (92%) ou descreveram o Método Científico como o processo que gera testes e/ou provê explicações (87%). As noções “falsificação”, “empíria” e “verificação” também foram bem evocadas, porém com frequência inferior a 30% cada. As demais noções tiveram baixa frequência (< 6%) ou não foram mencionadas, como “autoridade”, “retórica” e “vale tudo”. Não houve influência do sexo, nível ou instrução prévia na percepção dos respondentes, visto que a frequência de ocorrência das noções foi muito semelhante entre os grupos (Figura 1b-d).

A Análise de Correspondência ordenou as concepções clássicas e dos discentes (Figura 2a), formando um gradiente no eixo 1 (autovalor = 0,60; percentual de explicação = 40%). Houve separação das concepções clássicas, onde Positivismo e Falsificacionismo ficaram dispostos em um extremo do gradiente, Paradigma foi posicionado em uma posição intermediária, e Anarquia ficou no outro extremo (Figura 2a). Os relatos positivista e

falsificacionista estiveram associados a uma série de noções: “método geral”, “rigor”, “pesquisa”, “explicação”, “empíria”, “verificação” e “falsificação” (Figura 2b). O relato de Kuhn (Paradigma) esteve associado com as noções “paradigma”, “excelência” e “método múltiplo”, enquanto que a imagem de Anarquia se relacionou com “método múltiplo”, “retórica”, “autoridade” e “vale tudo” (Figura 2b). A maior parte das respostas dos discentes se posicionou próximo aos escores do Positivismo e Falsificacionismo; poucas estiveram associadas aos relatos de Paradigma e, sobretudo, Anarquia (Figura 2a).

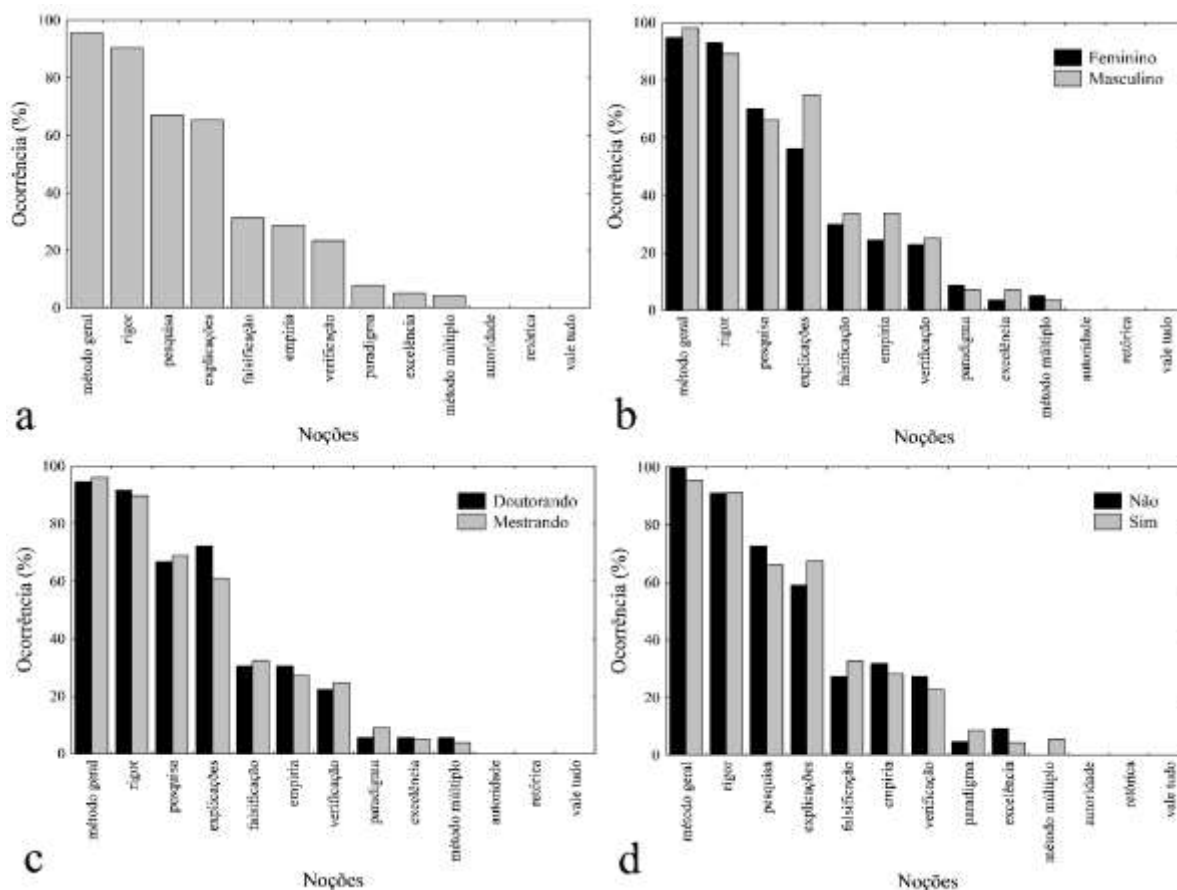


Figura 1. Ocorrência (%) das noções utilizadas para descrever o Método Científico nas respostas dos alunos (a), separados por sexo (b), nível da pós-graduação (c) e instrução prévia (d).

4. Discussão

Nosso estudo revelou que a concepção de Método Científico no ideário dos ecólogos em cursos de pós-graduação (mestrandos e doutorandos) se alinha, majoritariamente, com a ideia de uma rota segura que conduz ao conhecimento científico. Diante da questão colocada, os alunos empregaram uma série de conceitos para descrevê-lo, a grande maioria associado às noções de “rigor”, “explicação” e “pesquisa” – como se o Método fosse uma receita universal que nos conduz com segurança às explicações e testes. Poucos alunos, entretanto, questionaram sua entidade ontológica ou apresentaram elementos que ilustrem sua complexidade, embutido nas noções “múltiplo”, “excelência”, “autoridade” ou “consenso”. Nisso, poucos reconheceram a inexistência de rota única para a produção de conhecimento científico, oferecendo uma concepção plural de Método Científico (e.g. múltiplos

procedimentos e critérios, sem estabilidade temporal). Dessa forma, nossos resultados ilustram que os pós-graduandos em cursos de Ecologia apresentam, no geral, concepções restritas e limitadas do Método Científico, desconhecendo o recente debate epistemológico que investigou, criticou e reinterpreto muitos aspectos da natureza da ciência (*e.g.*, Chalmers, 2000; Villani, 2001).

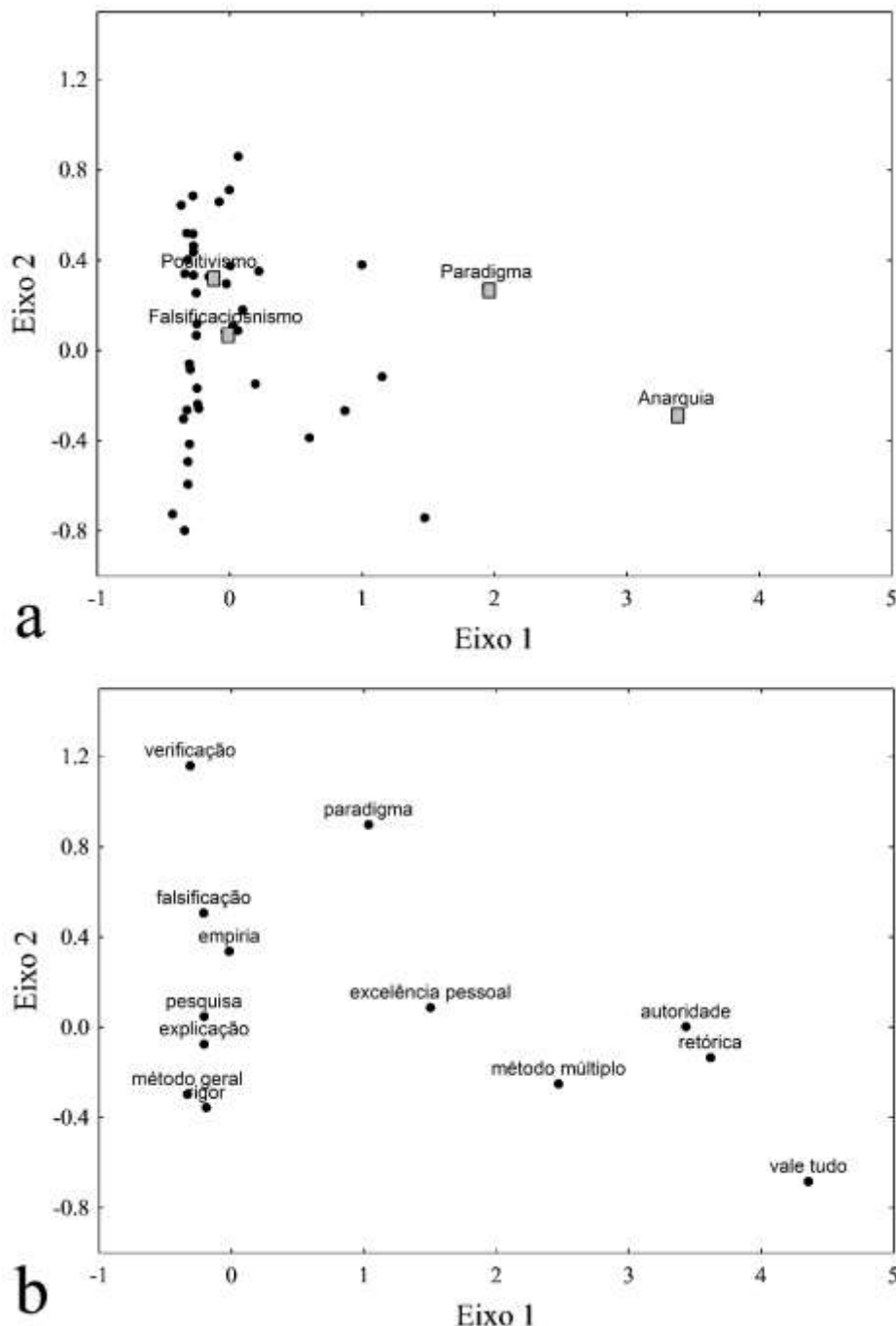


Figura 2. Resultado da Análise de Correspondência (CA) que ordenou as respostas dos alunos e as concepções clássicas sobre o Método Científico (a), de acordo com as 13 noções definidas a priori (b).

As respostas dos alunos foram constituídas majoritariamente por elementos associados às doutrinas positivista e falsificacionista. A concepção positivista descreve o Método Científico como um conjunto de passos que conduz o cientista ao verdadeiro

conhecimento, pautada em observação rigorosa e objetiva, raciocínio indutivo, verificação e neutralidade (Andery et al., 1998; Braga et al., 2008; Tomanik, 2009). Conceitos correlatos à essas noções foram muito mencionados pelos estudantes (organizados em “método geral”, “rigor”, “explicação”, “testes”, “verificação”; Anexo A), indicando que o ideário positivista segue doutrinando os jovens cientistas. É interessante constatar que, em pleno século XXI, a concepção positivista permaneça hegemônica, visto que é antiga e muito criticada. Cabe destacar, entretanto, que os estudantes não são expostos, explicitamente, aos fundamentos filosóficos e históricos da doutrina, porque nenhum respondente mencionou o positivismo ou Comte. A exposição aos elementos do positivismo ocorre de maneira difusa, porém ampla, visto que compõem os discursos dos professores, cientistas e mídias de divulgação científica (Del Solar & Marone, 2001; Pérez et al., 2001; Fernández et al., 2002; Calor & Santos, 2004). Seus elementos estão difundidos no discurso popular (e.g., filmes, documentários, marketing/mercado) e da comunidade científica (e.g., aulas, palestras, livros, artigos), o que fortalece sua posição no ideário do público leigo e dos pesquisadores. Ressalta-se também que a ausência ou pobreza de disciplinas que tratem explicitamente temas sobre cognição e epistemologia prejudica a reflexão, visto que poderiam apresentar literatura pertinente aos alunos. Embora a maioria dos alunos declarou ter cursado tais disciplinas, é muito comum que elas abordem superficialmente o assunto; disciplinas sobre metodologia científica, por exemplo, usualmente se restringem ao ensino de aspectos técnicos e instrumentais (e.g., publicação, bibliografia, redação, trabalho acadêmico). Diante desse quadro, portanto, os estudantes contemporâneos de ecologia constroem suas concepções de ciência a partir de imagens empiristas do século XIX (ou mesmo pós-revolução científica, séculos XVI e XVII). Essa condição não se restringe aos domínios da ciência ecológica, visto que diversos pesquisadores têm relatado casos semelhantes entre professores e alunos de outras disciplinas (Harres, 1999; Fernández et al., 2002; Masón & Moreira, 2007; Scheid et al., 2007). Embora Medawar (2008) tenha advertido que “o positivismo doutrinário é apenas uma ideia que caracterizou certo período da história ocidental”, o legado positivista deve seguir influenciando a forma como ecólogos enxergam a ciência, especialmente se os cursos de graduação e pós-graduação no Brasil continuarem a desprestigiar disciplinas sobre história e filosofia da ciência.

A concepção de Método Científico dos entrevistados também apresentou elementos da doutrina falsificacionista de Karl Popper, uma corrente filosófica que iniciou o debate epistemológico contemporâneo e precipitou a ruptura com a concepção positivista (Rigler & Peters, 1995; Tomanik & Benedito, 2009). O falsificacionismo fez importantes avanços ao reconhecer os limites da verificação indutivista (Lindh, 1993), descrevendo a prática científica como a arte do falseamento de hipóteses pelo uso do método hipotético-dedutivo (Popper, 1989). Um importante ponto é o entendimento de que a gênese das hipóteses (*i.e.*, descoberta) e seu teste (*i.e.*, justificação) pertencem a contextos cognitivos diferentes, sendo que o primeiro não obedece às regras (depende de criatividade, subjetividade e excelência do cientista). A noção de Método Científico só faz sentido no contexto da justificação, momento em que se emprega testes empíricos, rigor, objetividade e lógica. Os alunos mencionaram uma série de conceitos associados à essa doutrina, como falsificação, refutação, teste de hipóteses, predição, entre outras. Popper foi um dos poucos filósofos que se tornou muito influente entre cientistas (e.g., Platt, 1964; Hull, 1999), incluindo ecólogos (e.g., Quinn & Dunham, 1983; Simberloff, 1983; Mentis, 1988; Oksanen, 2001; Wilson, 2003), seduzidos pela elegância do método hipotético-dedutivo. Jargões como “falsificação”, “teste de hipóteses”, “refutação”, “conjecturas” e “predições” passaram a compor o léxico no discurso dos cientistas. Não por

acaso, muitos periódicos internacionais exigem, atualmente, que o cientista formule claramente a hipótese e derive previsões testáveis. No entanto, acreditamos que, assim como ocorre com o positivismo, cientistas e alunos não são expostos diretamente aos fundamentos dessa filosofia, e entram em contato com seus elementos de maneira difusa. Vale ressaltar que poucos entrevistados mencionaram o nome de Popper ou o falsificacionismo, assim como houve pouca ou nenhuma menção a ideias importantes dessa doutrina, *i.e.*, caráter transitório das teorias científicas, a impossibilidade da verificação (problema da indução), ou a excelência do cientista como fonte de hipóteses audaciosas e testáveis. Novamente, a ausência de temas epistemológicos na formação dos estudantes deve explicar a compreensão limitada sobre o falsificacionismo. Deve-se considerar também que Popper iniciou o debate epistemológico, porém o falsificacionismo preserva elementos com acento positivista (e.g. noção de um Método Científico, testes inequívocos, empirismo ingênuo). Esse aspecto deve ser considerado para se compreender a prevalência do positivismo e falsificacionismo no ideário dos ecólogos.

A baixa menção ou mesmo ausência de noções associadas aos relatos de Kuhn (*i.e.*, paradigmas) e Feyerabend (*i.e.*, anarquia) é o ponto que revela a extensão em que os pós-graduandos desconhecem o debate epistemológico contemporâneo. Ambos pensadores ofereceram concepções de ciência muito inovadoras e provocativas (Feyerabend, 1993; Kuhn, 2000). A grosso modo, criticam as abordagens puramente empiristas, que descrevem o progresso científico como um simples jogo entre teorias e fatos. Esse é um dos assuntos mais complexos, pois questiona a objetividade pura na cognição humana (*i.e.*, dependência que a observação tem da teoria; Chalmers, 2000). Kuhn e Feyerabend defenderam que a prática científica é imprevisível e de difícil explicação, pois envolve elementos usualmente entendidos como irracionais e não-científicos, como emoções, desejos, valores, persuasão, dogma, criatividade, contexto e organização social. No nosso estudo, algumas noções foram pouco lembradas, como “excelência” e “paradigma”, enquanto que outras sequer foram mencionadas, como “autoridade”, “retórica” e “vale tudo”. Um ponto central é que, mesmo que as duas concepções sejam diferentes, ambas afirmam que não existe um Método Científico único, universal, comum entre as ciências; um protocolo que, quando aplicado, garante a produção do conhecimento científico. Enquanto Kuhn vincula os procedimentos metodológicos aos paradigmas, Feyerabend afirma que o Método Científico não existe, já que a história da ciência é muito complexa e feita por múltiplos procedimentos, abordagens e critérios. Entre os alunos, essa concepção foi insipiente, visto que poucos responderam à questão com ceticismo, questionando a ideia de monismo metodológico (*i.e.*, “método múltiplo”). Embora existam trabalhos que enfatizem a pluralidade metodológica dentro da ecologia (Guilarov, 2001; O’hara, 2005), nossos resultados confirmam a suposição de que os jovens ecólogos tendem a desconhecer concepções epistemológicas modernas.

Nosso estudo não defende nenhuma concepção como correta – basicamente porque existem outras concepções (e.g., Lakatos & Musgrave, 1979; Maturana, 2001), além de muita controvérsia (e.g., Theoharis & Psimopoulos, 1987; Chalmers, 2000; Lipton, 2005; Singer, 2007). Reconhecemos também que o estudo da epistemologia da ciência não garante, *per se*, maior sucesso ao ecólogo na condução de sua ciência (e.g., proposição de mais teorias, testes mais confiáveis, melhores metodologias ou observações mais precisas). O próprio Paul Feyerabend, com sua típica ironia, afirmava que os cientistas fazem muito bem seu papel sem precisar dos filósofos, como expresso na seguinte afirmação: “Desse paradoxo eu deduzo que devemos distinguir entre a prática da ciência – que é complicada, não de todo transparente,

mas no entanto parece produzir bons resultados – e as ideias filosóficas, que não apenas não têm influência sobre a prática, como oferecem somente a sua ridícula caricatura.” (Feyerabend, 2001). No entanto, a epistemologia representa dimensão complementar na formação de pesquisadores, visto que o desconhecimento do assunto enfraquece a lucidez, consciência e responsabilidade do ecólogo. Por exemplo, a crença de que o Método Científico é uma unidade ontológica reforça o mito tecnicista, que posiciona a ciência como panaceia para todos os problemas teóricos e práticos. Esse contexto é muito relevante à ecologia, que carrega a responsabilidade de resolver os mais graves problemas ambientais (*e.g.*, Vitousek et al., 1997; Cairn Jr., 1999), pois tira importância das dimensões comportamental, moral e social (*e.g.*, Fischer et al., 2012). A crença no monismo também se alinha à ideia de que o conhecimento científico é certo, verificado e definitivo, conferindo superioridade frente às outras formas de saber; um assunto de difícil solução no campo cognitivo, filosófico ou prático (Feyerabend, 1987, 1993; Maturana, 2001). A massificação do conhecimento científico, na acepção de verdade, gera dependência (Fricker, 2002) e precipita a perda de saberes não-científicos de grande valor social e ambiental (*e.g.*, Diamond, 2014). Além disso, o monismo metodológico subestima a complexidade da atividade científica e do comportamento humano, e desconsidera a multiplicidade de eventos e elementos que fizeram a história das ciências (*e.g.*, Roberts, 1989; Bowler, 2000; White, 2004; Witkowski, 2004), o que inclui a ecologia (*e.g.*, Trepl, 1994; Nuñez & Nuñez, 2007). Isso confunde o ensino das ciências (Del Solar & Marrone, 2001), visto que o progresso científico é influenciado por uma miríade de fatores (*e.g.*, tempo, esforço, financiamento, idiosincrasias humanas/sociais, pressupostos metafísicos, acaso) que fazem com que o conhecimento não possa ser premeditado (Medawar, 2008). Afinal, inexiste receita que conduza à proposição de questões, hipóteses e testes. Além disso, deprecia o esforço dos cientistas, que são exigidos em alto nível de dedicação e excelência, criando uma imagem desinteressante da prática científica – em contraponto a uma instigante e imprevisível aventura intelectual, conduzida por emoções e valores pessoais (*e.g.*, Maturana, 2001; Witkowski, 2004).

Esperamos que, ao expor o problema, nosso estudo se apresente como um convite aos estudantes de ecologia (e outras ciências) a se informar sobre filosofia e história da ciência; a literatura citada no artigo representa iniciação adequada. Esperamos também que o estudo sirva de inspiração para cursos e professores utilizarem disciplinas como meio de fomentar discussões sobre epistemologia, cognição, história e ética – o que pode proporcionar uma educação científica de qualidade (Calor & Santos, 2004; Martins et al., 2007). No geral, os programas de pós-graduação em ecologia privilegiam o ensino de temas teóricos, metodológicos e analíticos, como meio de formar ecólogos aptos a conduzir pesquisas científicas. Essa abordagem é de fato fundamental, mas negligencia temas sobre epistemologia. O caminho mais simples para introduzir a temática nos programas é incorporar temas de filosofia da ciência nas disciplinas ministradas, preferencialmente ofertando disciplinas obrigatórias ou regulares de história da ciência e metodologia científica. Essa última, em particular, não pode se limitar ao ensino de aspectos instrumentais; deve, por outro lado, associar filosofia da ciência com os assuntos de natureza prática, visto que ambos têm íntima correspondência (*e.g.*, Schulte, 2003; Rodrigues, 2008; Camargo, 2015). É preciso enfatizar que mestres e doutores têm como destino profissional a pesquisa e docência no ensino superior. Desta maneira, aperfeiçoar a concepção de ciência destes indivíduos geraria uma série de impactos positivos na cadeia da educação formal como um todo. Vivemos numa sociedade científica, onde a ciência tem privilégios e exerce influência direta na vida das

peçoas; as quais, em contrapartida, deveriam entender e avaliar minimamente o que o cientista faz. É incontestável, portanto, a necessidade de reflexão sobre a natureza da ciência por parte daqueles que a estudam ou trabalham na sua divulgação, caso das universidades e cursos de pós-graduação. Uma boa educação científica na formação de professores e cientistas é base para a construção de uma sociedade mais consciente em seu contexto e, assim, mais lúcida no uso das informações científicas e na tomada de decisões.

5. Referências Bibliográficas

Andery, M.A., Micheletto, N., Sério, T.M.P., Rubano, D.R., Moroz, M., Pereira, M.E., Gioia, S.C., Gianfaldoni, M., Savioli, M.R. & Zanotto, M.L. (1998). *Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica*. Rio de Janeiro: Editora Espaço e Tempo.

Bowler, P.J. (2000). Philosophy, Instinct, Intuition: What Motivates the Scientist in Search of a Theory? *Biology and Philosophy*, 15, 93-101.

Braga, M., Guerra, A. & Reis, J.C. (2008). Breve história da ciência moderna. Vol. 4. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.

Cairn Jr., J. (1999). Hydrobiologia, Malthus, exemptionalism and the risk/uncertainty paradox. *Hydrobiologia*, 384, 1-5.

Calor, A.R. & Santos, C.M.D. (2004). Filosofia e Ensino de Ciências: uma convergência necessária. *Ciência Hoje*, 35, 59-61.

Camargo, A.F.M. (2015). O artigo científico como produto final de um processo. *Boletim ABLimno*, 41(2), 11-14.

Chalmers, A.F. (2000). *O que é ciência afinal?* 1. Ed. São Paulo: Brasiliense.

Del Solar, G.R. & Marone, L. (2001). The "freezing" of science: consequences of the dogmatic teaching of ecology. *BioScience*, 51(8), 683-686.

Diamond, J. (2014). *O mundo até ontem*. Rio de Janeiro: Editora Record.

Dogan, N. & Abd- El- Khalick, F. (2008). Turkish Grade 10 Students' and Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: A National Study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 1083-1112.

Edmondson, K.M. & Novak, J.D. (1993). The interplay of scientific epistemological views, learning strategies, and attitudes of college students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 547-559.

Farji-Brener, A.G. (2003). Uso correcto, parcial e incorrecto de los términos "hipótesis" y "predicciones" en ecología. *Ecología Austral*, 13, 223-227.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(10), 477-488.

Feyerabend, P. (1987). *Farewell to Reason*. London: Verso.

Feyerabend, P. (1993). *Against Method*. 3Ed. London: Verso.

Feyerabend, P. (2001). *Diálogos sobre o conhecimento*. São Paulo: Perspectiva.

Fischer, J., Dyball, R., Fazey, I., Gross, C., Dovers, S., Ehrlich, P.R., Brulle, R.J., Christensen, C. & Borden, R.J. (2012). Human behavior and sustainability. *Frontier in Ecology and Environment*, 10(3), 153-160.

Fricker, A. (2002). The conscious purpose of science is control of nature; its unconscious effect is disruption and chaos. *Futures*, 34, 535-546.

- Ghilarov, A. (2001). The changing place of theory in 20th century ecology: from universal laws to array of methodologies. *Oikos*, 92(2), 357–362.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001). Past: Paleontologia Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, p. 9.
- Harres, J.B.S. (1999). Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4(3), 197-211.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. (1980). Detrended Correspondence Analysis: An Improved Ordination Technique. *Vegetatio*, 42, 47–58.
- Hull, D.L. (1999). The Use and Abuse of Sir Karl Popper. *Biology and Philosophy*, 14, 481–504.
- Kuhn, T. (2000). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva.
- Lakatos, I. & Musgrave, A. (Ed.) (1979). *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix.
- Lindh, A.L. (1993). Did Popper solve Hume’s problem? *Nature*, 366, 105-106.
- Lipton, P. (2005). Testing hypothesis: prediction and prejudice. *Science*, 317, 219-221.
- Martins, R.P. & Coutinho, F.A. (2010). Possibilidades e limitações da análise e síntese em Ecologia. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, 7(12), 36-54.
- Martins, R.P., Lewinsohn, T.M., Diniz-Filho, A.F., Coutinho, F.A., Fonseca, G.A.B. & Drumond, M.A. (2007). Rumos para a formação de ecólogos no Brasil. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, 4(7), 25-41.
- Masón, N.T. & Moreira, M.A. (2007). Um estudo exploratório sobre a contribuição de visões epistemológicas contemporâneas na transformação das concepções de professores de física atuantes. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 5-31.
- Maturana, H.A. (2001). *Cognição, ciência e vida cotidiana*. Belo Horizonte: UFMG.
- Mayr, E. (2004). *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Medawar, P. (2008). *Os limites da ciência*. São Paulo: Editora UNESP.
- Mentis, M.T. (1988). Hypothetico-deductive and inductive approaches in ecology. *Functional Ecology*, 2, 5-14.
- Neves, A.C.O., Coutinho, F.A. & Martins, R.P. (2011). Haveria relação entre um cachimbo e a ecologia? *Oecologia Australis*, 15(2), 345-350.
- Nuñez, P.G. & Nuñez, M.A. (2007). The importance of controversies in the epistemic progress of ecology. *Interciencia*, 32, 804-811.
- O’hara, R.B. (2005). The anarchist’s guide to ecological theory. Or, we don’t need no stinkin’ laws. *Oikos*, 110, 390-393.
- Oksanen, L. (2001). Logic of experiments in ecology: is pseudoreplication a pseudoissue? *Oikos*, 94, 27–38.
- Oliveira, E.F. (2009). O conceito de paradigma proposto por Thomas Kuhn. In: Lansac-Toha, F.A., Benedito, E. & Oliveira, E.F. (Ed.). *Contribuições da história da ciência e das teorias ecológicas para a limnologia*. (pp. 85-100). Maringá: Eduem.
- Pelicice, F.M. (2009). A anarquia científica de Paul Feyerabend. In: Lansac-Toha, F.A., Benedito, E. & Oliveira, E.F. (Ed.). *Contribuições da história da ciência e das teorias ecológicas para a limnologia*. (pp. 101-130). Maringá: Eduem.
- Pérez, D.G., Montoro, I.F., Alís, J.C., Cachapuz, A. & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência e Educação*, 7(2), 325-353.

- Pickett, S.T.A., Kolasa, J. & Jones, C.G. (2007). *Ecological Understanding*. Amsterdam: Elsevier.
- Platt, J.R. (1964). Strong inference. *Science*, 146, 347-353.
- Popper, K. (1989). *A lógica da pesquisa científica*. 4. ed. São Paulo: Cultrix.
- Quinn, J.F. & Dunham, A.E. (1983). On Hypothesis Testing in Ecology and Evolution. *The American Naturalist*, 122, 602-617.
- Rigler, F.H. & Peters, R.H. (1995). Science and limnology. In: O. Kinne (Ed.). *Excellence in ecology 6*. Oldendorf/Luhe: Ecology Institute.
- Roberts, R.M. (1989). *Descobertas Acidentais Em Ciências*. Campinas: Papyrus.
- Rodrigues, E. (2008). *Histórias impublicáveis sobre trabalhos acadêmicos e seus autores*. Londrina: Editora Planta.
- Rowell, J.A. & Cawthron, E.R. (1982). Images of Science: an Empirical Study. *European Journal of Science Education*, 4(1), 79-94.
- Ryder, J., Leach, J. & Driver, R. (1999). Undergraduate Science Students' Images of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 201-219.
- Scheid, N.M.J., Ferrari, N. & Delizoicov, D. (2007). Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(2), 157-181.
- Schulte, B.A. (2003). Scientific writing & the scientific method: parallel "hourglass" structure in form & content. *The American Biology Teacher*, 65(8), 591-594.
- Simberloff, D. (1983). Competition theory, hypothesis-testing, and other community ecology buzzwords. *The American Naturalist*, 122, 626-635.
- Singer, F. (2007). Dualism, Science, and Statistics. *BioScience*, 57(9), 778-782.
- Theocharis, T. & Psimopoulos, M. (1987). Where science has gone wrong. *Nature*, 329, 595-598.
- Tomanik, E.A. (2009). Empirismo e Positivismo: o surgimento da ciência e seu estado atual. In: Lansac-Toha, F.A., Benedito, E. & Oliveira, E.F. (Ed.). *Contribuições da história da ciência e das teorias ecológicas para a limnologia*. (pp. 53-67). Maringá: Eduem.
- Tomanik, E.A. & Benedito, E. (2009). Karl Popper e a ciência refutável. In: Lansac-Toha, F.A., Benedito, E. & Oliveira, E.F. (Ed.). *Contribuições da história da ciência e das teorias ecológicas para a limnologia*. (pp. 69-84). Maringá: Eduem.
- Trepl, L. (1994). Competition and coexistence: on the historical background in ecology and the influence of economy and social sciences. *Ecological Modelling*, 75/76, 99-110.
- Villani, A. (2001). Filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. *Ciência e Educação*, 7(2), 169-181.
- Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J. & Melillo, J.M. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277, 494-499.
- White, M. (2004). *Rivalidades produtivas – disputas e brigas que impulsionaram a Ciência e a Tecnologia*. Rio de Janeiro: Record.
- Witkowski, N. (2004). *Uma História Sentimental das Ciências*. São Paulo: Zahar.
- Wilson, J.B. (2003). The deductive method in community ecology. *Oikos*, 100, 216-218.

Anexo A. Noções definidas *a priori* e ideias correlatas identificadas nas respostas dos alunos. A tabela não apresenta todas as ideias mencionadas pelos alunos, mas sumariza o universo de ideias que apareceram nas respostas (redundâncias foram omitidas). Não houve menção às noções Autoridade, Retórica e Vale Tudo.

Noções	Ideias correlatas
Método geral	Ação; arcabouço; atividades; base; concepção; ferramenta; forma; instrumento; maneira; meio; método; metodologia; organização; padrão; passos; planejamento; premissas; princípios; procedimento; raciocínio; regra; técnica.
Explicação	Descrição; geração e acúmulo de conhecimento; conclusões construídas; conhecimento sistematizado; elaborar teoria; encontrar respostas; fazer generalizações; obter uma solução; propor explicações; propor hipóteses; responder a questões e perguntas.
Pesquisa	Estudo; confirmar explicações; estudo criterioso; experimento; investigação científica; investigar fenômenos; pesquisa; posto à prova; teste.
Verificação	Aceitar a hipótese; comprovar teorias e resultados; comprová-lo mediante experimentação; confiabilidade aos dados coletados; confirmar explicações; conhecimento com dados confiáveis; conhecimento verdadeiro; corroborar; aproximação da verdade; explicações cada vez mais verídicas; indução; confiabilidade; provar o conhecimento; verdade; verificação de hipóteses; objetividade.
Falsificação	Dedução; descartar as hipóteses rejeitadas; falseado por experimentação; derrubar hipóteses; gerar previsões; hipótese clara e falseável; hipóteses testáveis; hipotético-dedutivo; podemos afirmar que é falsa; Popper; refutação; resultados testáveis e falsificáveis; testar hipóteses; torná-la inválida.
Rigor	Amostras independentes; analítico; base prática e teórica; baseado em conhecimento científico prévio; bases sólidas, bem fundamentadas; bem descrito e replicável; ceticismo; coleta padronizada de dados; conjunto de ferramentas, normas, regras, princípios, procedimentos, protocolos, regras ou técnicas; controle experimental; critérios rígidos; crítica; critério empírico; delineamento de pesquisa; desenho experimental; estatística; estruturada e criteriosa; experimentos; foco; fundamentos teóricos; imparcialidade; indutivo ou dedutivo; lógica; matemática; metodologias; neutralidade; normatização; objetividade; observação e questionamento criteriosos; organização; orientação para a concepção da ideia; padronização; permite comparação; pesquisas objetivas e conclusivas; planejamento; procedimentos sistematizados e criteriosos; protocolo racionalizado; raciocínio; racionalidade; randomização; reduzir a margem de erros; regras metodológicas; regras para publicação e comunicação; repetição; replicação; simplicidade; técnica ou conjunto de técnicas.
Empiria	Amostragem representativa; coleta de dados; construção dos fatos; dados; evidência; fato científico; observações; observação objetiva; observar padrões.
Excelência	Cientista interpreta com base em seus conhecimentos; conceitos e preconceitos dos cientistas; conclusões baseadas na experiência e conhecimento; experiência, estilo e criatividade; fascinação; imaginação do pesquisador; interpretações incompletas ou errôneas; limitações do aparato sensorial.
Método múltiplo	O método muda com o tempo; cada área, especialidade ou trabalho exige um método; métodos científicos mudam com a modificação da sociedade; cada área possui critérios, parâmetros, princípios bem diferentes.
Autoridade	
Paradigma	Aprovado pela comunidade científica; avaliada pelos pares; comunicado à sociedade científica; paradigma mecanicista; paradigmas vigentes na ciência.
Retórica	
Vale-Tudo	