



## Estudos de “natureza da ciência” e sua potencial contribuição para um ensino de geografia carregado de epistemologia

Iara Piovezana Salgado<sup>1</sup>  

Dante Reis Junior<sup>2</sup>  

### Destaques

- Divulgação, junto à comunidade geográfica, dos estudos de “natureza da ciência”.
- Demonstração de sua utilidade para diversificar a aprendizagem sobre epistemologia da Geografia.

**Resumo:** Neste artigo sustentamos haver articulações subexploradas entre o campo temático da Natureza da Ciência (NdC) – desenvolvido por pesquisadores especializados em didática das ciências naturais – e o Ensino de Geografia (EG). Nosso objetivo consiste em demonstrar que o campo da NdC tem boas credenciais para diversificar as reflexões acerca da dimensão científica da Geografia; e que isso, ademais, seria vantajoso para formar professores mais conscientes dessa dimensão. Para tal, apresentamos as concepções de um conjunto de autores e autoras com produção reconhecida em NdC, de modo a elucidar o panorama de assuntos que caracterizam esse campo. Concluímos destacando as articulações entre NdC e EG que poderiam ser exploradas, a fim de que futuros professores se sintam estimulados a ensinar Geografia também pelo que ela tem em comum com as demais ciências.

**Palavras-chave:** Epistemologia; Ensino de Ciências; Filosofia e História da Ciência; Ensino de Geografia; Formação de Professores.

<sup>1</sup> Mestre em Geografia pela Universidade de Brasília (UnB). Atualmente é Professora da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF).

<sup>2</sup> Professor Associado 4 junto ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília (UnB). Mestre em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP - Campus de Rio Claro) e Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).



## “NATURE OF SCIENCE” STUDIES AND THEIR POTENTIAL CONTRIBUTION TOWARDS A MORE EPISTEMOLOGICAL TEACHING OF GEOGRAPHY

**Abstract:** This article investigates the idea of underexplored articulations between the thematic fields of Nature of Science (NoS) – developed by researchers specialized in the teaching of the natural sciences – and Geography Teaching (GT). It aims to demonstrate that NoS has solid credentials to diversify reflections on the scientific dimension of Geography, which would also facilitate the training of teachers aware of its scope. To this end, it presents concepts from a set of well-known authors in the field of NoS, to examine the gamut of subjects that characterize this field. Lastly, it highlights the connections between NoS and GT, which could be further explored to stimulate future teachers, when working with Geography, to consider its common links with other sciences.

**Keywords:** Epistemology; Science Teaching; Philosophy and History of Science; Geography Teaching; Teacher Training.

## ESTUDIOS SOBRE LA “NATURALEZA DE LA CIENCIA” Y SU POSIBLE CONTRIBUCIÓN A UNA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA RICA EN EPISTEMOLOGÍA

**Resumen:** En este artículo argumentamos que hay vínculos poco explorados entre la Naturaleza de la Ciencia (NdC), desarrollada por investigadores especializados en la didáctica de las ciencias naturales, y la Enseñanza de la Geografía (EG). Nuestro objetivo es demostrar que el campo de la NdC tiene buenas credenciales para diversificar las reflexiones sobre la dimensión científica de la Geografía, y que ello también sería ventajoso para formar profesores más conscientes al respecto. Presentamos entonces las concepciones de un conjunto de autores de reconocida producción en NdC con el fin de dilucidar el panorama de cuestiones que caracterizan este campo. Concluimos destacando los vínculos entre NdC y EG que podrían explorarse para que los futuros profesores se sientan estimulados a enseñar Geografía también por lo que tiene en común con otras ciencias.

**Palabras clave:** Epistemología; Enseñanza de las Ciencias; Filosofía e Historia de la Ciencia; Enseñanza de la Geografía; Formación del Profesorado.

## INTRODUÇÃO

As pesquisas na área da Natureza da Ciência (NdC), inseridas no campo do ensino de ciências, desenvolvem reflexões que articulam temáticas da História e da Filosofia da Ciência com problemas de educação científica, objetivando uma compreensão mais ampla sobre a produção do conhecimento.

Trata-se de uma preocupação em introduzir no ensino discussões “sobre a ciência” e não apenas “sobre os fenômenos” de que tratam as várias disciplinas. Pesquisas a respeito já são computadas nas áreas de ciências naturais e exatas; e, normalmente, são estudos de pesquisadores(as) especialistas em didática da

Matemática, Física, Biologia e Química (Azevedo, Scarpa, 2017; Krupczak, Aires, 2018). Mas uma disciplina como a Geografia, tão tradicional no âmbito escolar, e reconhecidamente detentora de uma identidade “híbrida” (porque tratando de fenômenos da interface natureza-sociedade), não estaria predisposta a se inspirar nessas realizações já registradas nas disciplinas vizinhas?

A questão é que a “predisposição” poderia se converter mais rapidamente em “táticas”. E nos moldes já bem desenvolvidos entre os pesquisadores que, focalizando o ensino de ciências, há mais tempo compreenderam as vantagens em incutir carga epistemológica nas atividades didáticas. Ou seja, há boas realizações documentadas na “vizinhança” e não temos por que negligenciá-las.

Mas deixemos claro que, com isso, não estamos dizendo que não reconhecemos a pertinência dos empreendimentos, provavelmente já desenvolvidos e com propósito análogo por colegas da Geografia. Apenas ressaltamos que nosso objetivo é o de fazer ver a especificidade inerente aos estudos executados na área de ensino de ciências; e, particularmente, pelo fato de que eles costumam construir sua base epistemológica recorrendo a referências em história e filosofia das Ciências Naturais – algo ainda muito pouco explorado por nossos pares. Essa é a principal justificativa de nossa intenção.

Foi tendo em vista essa relevância de imprimir no ensino conteúdos mais epistemológicos, que buscamos vistoriar o que outros setores de investigação (adiantados em exercícios reflexivos e em ensaios aplicados) teriam a oferecer como exemplo à Geografia. E uma vez descoberta, precisamente, a literatura sobre Natureza da Ciência, procuramos definir para nosso estudo o seguinte problema: de que maneira as discussões desenvolvidas no campo da NdC poderiam contribuir para o Ensino de Geografia?

Por decorrência, nosso objetivo consistiu em demonstrar que o campo da NdC tem boas credenciais para diversificar as reflexões acerca da dimensão científica da Geografia.

E para que pudéssemos chegar a propor algum tipo de articulação, definimos como sequência metodológica as seguintes ações coordenadas: a) traçar o panorama da literatura em Natureza da Ciência (NdC), por meio do exame de publicações de pesquisadores estrangeiros e brasileiros renomados na

área; b) sumariar algumas dessas contribuições em quadros elucidativos mais esquemáticos; e c) a partir de correspondências presumidas entre as temáticas próprias da NdC e assuntos pertinentes ao campo geográfico, conjecturar algumas transposições a um Ensino de Geografia (EG) que passaria a possuir, assim, carga epistemológica.

Ponderamos que nosso objetivo só seria alcançado de modo convincente se chegássemos a conceber, ao final, algumas exemplificações. Por isso, o estudo envolveu o esforço de demonstrar que a compatibilidade potencial entre estudos de NdC e EG é verificável se estes últimos conseguirem incorporar conteúdos teóricos sobre produção de conhecimento científico.

### **CARACTERIZANDO O OBJETO: O MUNDO DA CIÊNCIA NO ENSINO**

As concepções em torno da ciência, sejam elas individuais ou coletivas, influenciam a forma como as decisões são tomadas pela sociedade e estabelecem a relação de interação do indivíduo com o mundo. Pensar nessas concepções é importante pelo fato de que o conhecimento científico faz parte do cotidiano da humanidade e seus pressupostos direcionam posicionamentos e atitudes apresentados diante das demandas e desafios locais e globais. Para McComas, Clough e Almazroa (2002, p. 12, tradução nossa), “compreender como a ciência opera é fundamental para avaliar os pontos fortes e as limitações da ciência, bem como o valor dos diferentes tipos de conhecimento científico”.

Uma das áreas de pesquisa que se propõe a estudar as concepções em torno do que é a ciência e como abordá-las em contextos de ensino se chama “Natureza da Ciência” (NdC). Um de seus idealizadores, Norman Lederman (1951-2021), que atuou junto ao *Illinois Institute of Technology*, em Chicago (EUA), propôs que a NdC se referisse aos valores e às suposições inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico (Lederman, 1992).

Outro nome que vem se empenhando, nas últimas décadas, a promover o contato e a cooperação entre pesquisadores em didática das ciências do Sul e do Norte, é o australiano Michael Matthews. Isso tem se dado através da revista *Science & Education* e dos encontros itinerantes do IHPST (o *International*

*History, Philosophy and Science Teaching Group*) – em cujos números e edições profissionais do mundo inteiro vêm fomentando a ideia de que conteúdos de História e de Filosofia da Ciência auxiliam a que os educadores melhor esclareçam a seus estudantes questões teóricas a ver com a importância da literacia científica e seus níveis de compatibilidade com demais conhecimentos culturalmente enraizados (Kampourakis, 2015; Matthews, 1992).

Breno Moura, da Universidade Federal do ABC, um dos muitos pesquisadores brasileiros contribuintes na área, sustenta que compreender a ciência significa “saber do que ela é feita” – ou seja, é entender como é elaborada, quais influências sofre e que impactos desencadeia (Moura, 2014, p. 33).

Como as discussões de NdC giram em torno do ensino, a escola e a universidade se apresentam como espaços de reflexão por excelência. Afinal, são lugares de articulação de saberes de diferentes áreas; logo, de construção de conhecimentos, dentre os quais o “científico” – aquele que é sistematizado e validado por uma comunidade especialista (Teixeira, 2019). Daí, portanto, a inferência de que se trata de espaços onde pelo menos parte das noções de ciência é nutrida.

Estudos como os de Gil-Pérez *et al.* (2001), McComas, Clough e Almazroa (2002) e Lederman (2007), apontam que a concepção de ciência que os professores possuem (e talvez sem sabê-lo) influencia na maneira como esses profissionais vão abordar qualquer temática em sala de aula. Eles ressaltam que muitos professores apresentam visões simplistas sobre o processo científico, o que acaba por perpetuar visões equivocadas, incompletas e muitas vezes estereotipadas sobre o que é a ciência e quem a produz. Por essa razão, Moura (2014, p. 38) entende que introduzir NdC no ensino termina cumprindo um papel muito importante: “problematizar as visões inadequadas de estudantes e professores sobre a construção do conhecimento científico” – e, por essa via, não só sofisticar o aprendizado de conceitos, mas fertilizar o interesse pelo mundo da ciência.

No que diz respeito ao setor especial das pesquisas em Ensino de Geografia (EG), o Brasil, felizmente, conta com uma comunidade de pesquisadores(as) muito ativa e engajada. Há décadas se acumulam estudos esclarecedores sobre a

qualidade do ensino escolar e da formação de professores (Callai, 2011; Castellar, Vilhena, 2010; Pontuschka, Paganelli; Cacete, 2007; Straforini, 2004).

Lana Cavalcanti (2016) – uma das autoras protagonistas no progresso das investigações brasileiras em EG – em levantamento realizado a partir de 430 dissertações e teses defendidas em Programas de Pós-Graduação em Geografia entre 2000 e 2015, identificou alguns temas preponderantes: formação de conceitos geográficos, metodologias de ensino e práticas docentes. Contudo, a mesma autora, em trabalho anterior, já havia pontuado a importância das pesquisas que procuram aliar o ensino da Geografia à Epistemologia; isto é, que não se restringem a propor metodologias para abordar conteúdos. Cavalcanti (2011, p.197) estava, assim, convencida de que, além das imprescindíveis “soluções para a sala de aula”, era necessária “uma discussão mais teórica sobre o próprio processo de conhecimento”. Esse gênero de consciência evidencia haver na comunidade geográfica uma já suficiente predisposição a subsidiar a análise de problemas práticos do ensino com fundamentos epistemológicos. E isso, a nosso juízo, por demonstrar ponto comum com os pesquisadores em NdC, justifica a intenção de um acercamento das produções.

Aquilo a que Cavalcanti (2011, p. 197) se refere, criticamente, como sendo, por um lado, uma superficialidade (“desdobramentos aparentes dos fenômenos”) e, por outro, uma necessidade (“compreender os nexos internos e externos”), os estudiosos de NdC já vinham tratando mediante os objetivos, por exemplo, de inculcar o hábito de “ler sobre questões científicas” (Solomon, 1991, p. 101, tradução nossa) e de discutir até que ponto “fatores culturais e subjetivos afetam a prática da ciência” (Osborne *et al.*, 2003, p. 714, tradução nossa).

## **OS ESTUDOS DE NATUREZA DA CIÊNCIA: PANORAMA DE TEMAS E PESQUISADORES**

Para ilustrar a diversidade da produção intelectual na área de NdC, apresentaremos nesta seção trabalhos de diferentes autores, estrangeiros (em especial, Norman Lederman e Douglas Allchin) e brasileiros (tais como André Martins, Monique Santos, Poliana Maia e Rosária Justi). A amostra bibliográfica,

apesar de exígua, auxilia a traçar o horizonte das discussões sobre NdC (perspectivas e avanços), bem como os esforços em propor modelos para aplicá-las em contextos de ensino.

Na área, um tipo muito importante de publicação é aquela que traz contrapontos às visões simplistas sobre ciência. Como ilustração estão as listas de “aspectos consensuais” – por exemplo, a aventada por Norman Lederman *et al.* (2002). Nesse estudo, os autores sustentaram que existem aspectos pouco controversos sobre a natureza da ciência e que, portanto, tendem a ser acessíveis para estudantes da educação básica. Tais aspectos que têm a ver com questões epistêmicas e axiológicas, abarcam uma ampla diversidade de assuntos: observação e inferência, leis e teorias, criatividade e imaginação, conhecimento prévio e carga teórica das observações, caráter determinante dos contextos, pluralidade de métodos, caráter construtivo e provisório do conhecimento, entre outros. Enunciando-os em termos declarativos, poderemos perceber o que esses aspectos significam com um pouco mais de detalhe. Vejamos:

1) as observações da natureza são sempre filtradas por nosso aparato sensorial e interpretadas através de teorias ou suposições (já as inferências se diferenciam por não serem diretamente operacionalizadas pelos sentidos);

2) leis são afirmações sobre a relação entre fenômenos observáveis, enquanto teorias são explicações de fenômenos observáveis ou de sua regularidade (trata-se, portanto, de diferentes tipos de conhecimento e um não se torna o outro);

3) criatividade e imaginação desempenham papel importante no desenvolvimento do conhecimento científico (isso se dá a partir dos esforços de explicação teórica que almejam conduzir a modelos eficientes para representar a realidade);

4) a bagagem teórica influencia o trabalho científico, a exemplo dos conhecimentos prévios e das crenças, de que os(as) cientistas não se desembaraçam (esses aspectos atuam não apenas na definição dos problemas a analisar, como também no modo de conduzir as investigações e de interpretar os dados observacionais, logo, as observações não são neutras);



5) os contextos cultural, histórico, político e socioeconômico condicionam a produção do conhecimento científico;

6) não existe um método científico único, isto é, uma sequência de procedimentos que todos(as) os(as) cientistas deveriam aplicar para obter dados e inferir resultados; e

7) a atividade científica é sempre uma tentativa e tal fato coloca o conhecimento produzido fora do escopo absolutista de uma “verdade” alcançada (isso, contudo, não implica em que os(as) cientistas não consigam obter a confirmação ou a refutação do que alegam, apenas indica que o conhecimento alcançado estará sujeito a ajustes, conforme se desenvolvam os aparatos conceituais e tecnológicos) (Lederman *et al.*, 2002).

Esses apontamentos, além de formalizarem concepções totalmente plausíveis, reunidos, esclarecem os importantes atributos da ciência: ela depende de faculdades lógico-cognitivas (aspectos 1, 2 e 3), ela está mergulhada em uma atmosfera conjuntural (aspectos 4 e 5) e ela é diversa e cambiante (aspectos 6 e 7).

Contudo, e curiosamente, nem toda abordagem em NdC aposta nas vantagens em explorar aspectos entendidos como “consensuais”. Douglas Allchin (2011), por exemplo, professor da Universidade de Minnesota (EUA), aposta em um critério distinto para avaliar as concepções de NdC. Trata-se do que ele intitula “Ciência Integral” (*Whole Science*).

Bem, a noção de ciência integral opera com a ideia de que ela precisa ser compreendida como realmente é; ou seja, uma ciência “real”, não idealizada (Allchin, 2011, p. 526). O objetivo de uma educação em ciências, então, seria o de promover entendimentos, principalmente no que se refere a como a ciência logra ser confiável. Neste sentido, o autor não está de acordo com o modelo de asserções declarativas (tais como as acima enunciadas), visto que, a seu juízo, elas estariam desconectadas de contextos efetivamente práticos. Por sua vez, a abordagem da Ciência Integral teria o grande valor de representar a integridade da prática científica e a interação de vertentes (Allchin, 2011).

No que diz respeito aos instrumentos de avaliação sobre o entendimento de NdC por estudantes, Allchin (2011) aponta que o propósito é que eles consigam



acessar a dimensão mais prática e funcional dos conhecimentos metacientíficos. Não se restrinjam a saber como a ciência funciona “em tese”. Por isso, o foco do autor são as situações reais ou os episódios históricos, cujo exame requer o que ele chama de análise “bem informada” sobre o assunto.

A ideia de medir a interpretação dos estudantes sobre determinado assunto científico é uma maneira de perceber se eles alcançam refletir criticamente sobre as informações recebidas na prática – o que garante a funcionalidade pretendida para os entendimentos em torno da natureza da ciência, escapando-se da armadilha de confundir epistemologia com uma cultura meramente erudita ou decorativa (Allchin, 2011).

Contrariamente, Renee Schwartz, Norman Lederman e Fouad Abd-El-Khalick (2012) defendem que é imprescindível delimitar o que deve ser aprendido pelos estudantes (e, então, avaliar o que lograram compreender). Esses autores, inclusive, acusam a proposta de Allchin como demasiado abrangente, alegando que os estudantes, por seu modelo, não conseguiriam aprender tudo o que precisam.

Allchin (2012), em compensação, afirma que a leitura de tipo ledermaniana simplifica as questões que podem ser tratadas pela NdC. Isso porque, no mundo real, elas seriam mais complexas – além do fato de que não seria preciso esgotar todas as temáticas reunidas em lista. Bastaria explorar, em maior profundidade e com mais matizações, os aspectos que sejam realmente relevantes de contexto a contexto.

Vemos, assim, uma primeira linha de condução, em que autores como Lederman *et al.* (2002) e Lederman (2007) sugerem a composição de “listas” de princípios que tenham o poder de, em termos gerais, caracterizar o pensamento e a prática dos(as) cientistas. O entendimento é que o emprego delas em sala de aula oferece a versatilidade de abordar aspectos selecionáveis em função de uma temática que os(as) docentes necessitem problematizar em dado momento – potencializando, assim, a aprendizagem de assuntos especiais. E uma segunda linha, em que autores como Allchin (2011, 2012) propõem uma medida algo diferenciada, já que a finalidade seria partir de casos “reais” – contemporâneos ou registrados em manuais de história da ciência – para discutir NdC e, ao menos

indiretamente, garantir que os estudantes entendam como a ciência afinal adquire confiabilidade.

Como se nota, ambas oferecem um respectivo préstimo. É razoável supor que não estará garantida a capacitação dos estudantes a se engajarem no debate público sobre questões sócio-científicas apenas porque eles (presume-se) terão assimilado uma multiplicidade de aspectos da ciência (Allchin, 2012). Porém, não é menos válida a aposta de que será vantajoso se os estudantes chegarem a compreender, relativamente bem, essa variedade de aspectos (Schwartz; Lederman; Abd-El-Khalick, 2012).

Fica-se tentado, talvez, a assumir como mais consistente o tipo de perspectiva defendida por pesquisadores como Allchin – uma vez que a preocupação central seria a de priorizar a aplicabilidade do conteúdo adquirido em epistemologia. Ou, em outras palavras, em vez de simplesmente saber qual é o conjunto de fatores que intervêm na produção de conhecimento científico, demonstrar tê-los efetivamente apreendido mediante uma habilidade decorrente de interpretar, refletir e argumentar sobre o modo como o(a)s cientistas procedem em suas condutas cognitivas.

Essas diferenças que se apresentam entre as perspectivas, na verdade, explicam a amplitude de leituras que vão aparecer a respeito dos conteúdos e das estratégias didáticas e avaliativas entre os(as) pesquisadores(as) da área. O resultado é um debate movimentado sobre os desígnios de um ensino de ciências carregado de epistemologia. De toda maneira, o que esse ponto faz é sobressair a dianteira de fato assumida pelos estudiosos em didática das ciências naturais: eles já estão em uma etapa de contrastar modalidades de inserção de teoria da ciência no ensino; superaram o estágio preliminar de distinguir o que seria (e como seria feita) uma introdução de conteúdos teóricos sobre a ciência – qualquer que seja ela.

Apesar das perspectivas apresentadas serem díspares, o certo é que elas denotam uma amplitude de alternativas. O que estamos querendo dizer é que, tanto poderemos decidir pelo modelo de “tópicos-chave” (ou listas gerais de temas, ao estilo de Norman Lederman e colegas), quanto preferir tratar da ciência em termos de sua realização prática (por exemplo, via análise de episódios

passados ou casos atuais). Escolher entre os modelos dependerá das exigências e possibilidades que, circunstancialmente, se apresentem aos(as) professores(as).

### **Quadros sistemáticos a partir de representantes da cena nacional**

Para sistematizar melhor os aspectos de NdC, operacionalizando a identificação de tipos fundamentais, privilegiamos os trabalhos de pesquisadoras e pesquisadores brasileiros(as).

Na cena nacional, André Martins, professor no Departamento de Práticas Educacionais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, se preocupa com a questão de quais aspectos de NdC ensinar e propõe uma abordagem mais ampla em relação à proposta ledermaniana das visões consensuais.

Em um de seus estudos, ele sugere um modelo baseado no que chama “Eixos” e “Temas” (Martins, 2015, p. 719). Trata-se, segundo o pesquisador, de assinalar as limitações apresentadas pela perspectiva consensual, que não permitiria examinar detalhes particulares do processo científico, impedindo a apreensão da riqueza de seu conteúdo. O autor chega a insinuar que, sob o pretexto de combater concepções ingênuas – e, de fato, o grande mérito das “listas” é a crítica contundente que fazem às visões caricaturais e mitológicas sobre a ciência –, a leitura ledermaniana poderia contribuir para uma interpretação relativista exacerbada por parte de professores e estudantes.

Martins (2015), então, pretende articular certos temas de NdC a determinados eixos, os quais são úteis para esclarecer o significado de uma série de questões que estão envolvidas no mundo da produção de conhecimento científico. O autor os distribui em dois eixos – um ele chama “histórico e sociológico”; o outro, “epistemológico”. O primeiro reúne temas bastante associados ao caráter contextual, situado e comunitário da ciência (elementos que atestam, portanto, sua dimensão social). O segundo subdivide-se em três classes: temas que se relacionam com a “origem” do conhecimento; temas que têm a ver com os “processos” intelectuais e técnicos; e temas que retratam os produtos obtidos em termos de seu “conteúdo”. A ideia é que, a partir dessa matriz gerada,

os docentes estimulem os estudantes a conceber e responder “questões” associadas a alguns dos cerca de trinta temas que o pesquisador propõe.

Exemplos de indagações poderiam ser estes: Os cientistas trabalham isoladamente? Suas descobertas são individuais ou coletivas? Há problemas de comunicação entre os cientistas e o público em geral? Teoria e experimentação têm peso igual na construção do conhecimento científico? Como os dados são coletados? Há várias maneiras de interpretar um mesmo conjunto de dados? O conhecimento científico é definitivo ou pode sofrer alterações ao longo do tempo? É necessário, contudo, que os(as) professores(as) orientem seus estudantes a avaliarem o enquadramento de cada tipo de questão.

De fato, é muito importante que o discente não corra o risco de achar que os assuntos de Teoria da Ciência são indistintos; ou, pior ainda, que não faça um discernimento mínimo: o de que há aspectos que são mais contextuais e contingentes (a presença de fatores de intencionalidade e subjetividade, por exemplo), e aspectos que são mais estruturais e regulares (caso dos processos cognitivos de construção e avaliação de teoria).

No quadro a seguir (Quadro 1), apresentamos apenas uma amostra de temas – síntese que, contudo, colabora para percebermos sua diversidade, bem como a identidade que possuem por integrarem perspectivas analíticas distintas.

**Quadro 1** - Eixos e temas de NdC

<b>EIXO EPISTEMOLÓGICO</b>		
<i>Empírico vs. teórico</i>	<i>Coleta, interpretação, e avaliação dos dados</i>	<i>Leis e teorias</i>
<i>Papel da lógica e dos argumentos racionais</i>	<i>Hipóteses, modelagens, testes e previsões</i>	<i>Noções de modelo científico</i>
<i>Influências teóricas sobre observações e experiências</i>	<i>Papel das analogias, imaginação e criatividade</i>	<i>Papel da matemática</i>
<i>Relações entre o(s) sujeito(s) e o(s) objeto(s)</i>	<i>Natureza da explicação em ciência</i>	<i>Poder e limitações do conhecimento científico</i>
	<i>Correlação e causalidade</i>	<i>Ciência e tecnologia</i>
<b>problema da origem do conhecimento</b>	<b>métodos, procedimentos e processos</b>	<b>conteúdo / natureza dos produtos</b>
<b>EIXO SOCIOLÓGICO E HISTÓRICO</b>		
<i>Ciência como parte de uma cultura mais ampla</i>		
<i>Questões morais, éticas e políticas</i>	<i>Intersubjetividade e controvérsias</i>	<i>Objetivos da ciência e dos cientistas</i>
<i>Comunicação do conhecimento dentro da comunidade científica e em domínio público</i>		

Fonte: Adaptado de Martins (2015, p. 719).

Martins (2015) argumenta que sua abordagem contempla a flexibilidade necessária para a incorporação de uma pluralidade de visões acerca de cada aspecto da NdC. Outra utilidade potencial que o autor enxerga em seu modelo é a de articular os temas com os conteúdos curriculares específicos, de modo que os docentes não pensem que o programa de suas disciplinas precisaria estar “dividido” em duas partes: a que contempla os assuntos tradicionais previstos na ementa, e uma outra, exclusivamente epistemológica. Na verdade, a impressão de que isso teria de ser feito é um dos principais entraves para os(as) professores(as) sentirem-se atraídos(as) a introduzir abordagens metacientíficas em suas rotinas docentes.

Outro exemplo de engajamento com o campo da NdC em território brasileiro é ilustrado pela professora Rosária Justi, do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, e por suas ex-orientandas e

atuais docentes Monique dos Santos (também na UFMG) e Poliana Maia (na Universidade Federal de Viçosa).

Em um estudo realizado em parceria, Santos, Maia e Justi (2020) experimentam uma mirada prática sobre a utilização dos aspectos de NdC. Segundo as autoras, os profissionais que venham a trabalhar nas linhas de formação inicial ou continuada de docentes deveriam possuí-la também. Apontam a necessidade de desenvolver auxílios aos professores que não são especialistas em epistemologia, de modo que identifiquem as dimensões e interações do fazer científico e, assim, transponham os entendimentos adquiridos ao seu planejamento pedagógico.

Apesar de sensivelmente mais sintonizadas com a linha defendida por Allchin, as pesquisadoras propõem uma abordagem alternativa tanto à lista de princípios consensuais (Lederman *et al.*, 2002), quanto à ideia de ciência integral (Allchin, 2011), oferecendo um modelo que “identifica e detalha o significado de aspectos de NdC que podem ser introduzidos no ensino” (Santos; Maia; Justi, 2020, p. 588).

Trata-se, na verdade, de uma ampliação do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências (identificado pelo acrônimo “MoCEC”), proposto antes por Rosária Justi e Sibel Erduran (2015). Este modelo inicial consistia em um conjunto de “perspectivas disciplinares” que permitiriam caracterizar a atividade científica através de várias lentes – por exemplo, as da Antropologia, da Psicologia, da Economia e da História. Esse tipo de parâmetro analítico é perspicaz no sentido de entender que o funcionamento da Ciência em geral pode ser inspecionado pelo ângulo analítico próprio de uma dada disciplina (normalmente, identificada entre as Ciências Humanas). Por conseguinte, esses campos disciplinares particulares que se oferecem como analistas da ciência como um todo se convertem em perspectivas metacientíficas.

Pela segunda versão do modelo (denominado, então, “MoCEC v.2”), as três pesquisadoras esclarecem com mais cuidado o que se poderia esperar de cada tipo de perspectiva analítica, que agora passam a chamar “áreas de conhecimento” (Santos; Maia; Justi, 2020, p. 592). Uma antropologia da ciência estudaria o trabalho científico como forma de ação e produção cultural. A



sociologia da ciência, esse trabalho como prática social (e explorando temas, tais como o papel da comunidade científica e os impactos sociais de sua produção técnica e intelectual). A psicologia da ciência estaria interessada nos comportamentos e processos mentais dos praticantes. A economia da ciência poderia se ocupar da questão dos recursos financeiros destinados à pesquisa científica. Por fim, a história da ciência e filosofia da ciência procurariam entender, respectivamente, o desenvolvimento das descobertas e realizações, ao longo do tempo, e o próprio significado de ciência através de aspectos epistemológicos gerais (Santos; Maia; Justi, 2020).

Alguns dos aspectos de natureza da ciência que o modelo das Professoras Santos, Maia e Justi (2020) destaca podem ser visualizados no quadro a seguir (Quadro 2). Verifica-se que o diferencial neste é a proposição de fatores cuja avaliação poderia ser bem encaminhada pelo ângulo de abordagem de disciplinas tradicionais. Ou seja, são encampados múltiplos aspectos, os quais receberão o devido esclarecimento uma vez situados no domínio especial de uma disciplina que, já sendo uma ciência consolidada, se converterá em uma metaciência.

**Quadro 2** - Fatores de NdC conforme a leitura potencial de certas áreas do conhecimento

<b>FILOSOFIA</b>	<b>SOCIOLOGIA</b>	<b>PSICOLOGIA</b>
<i>Epistemologia</i> <i>Lógica</i> <i>Ética</i>	<i>Interatividade</i> <i>Aceitabilidade</i> <i>Credibilidade</i>	<i>Personalidade</i> <i>Criatividade</i> <i>Subjetividade</i> <i>Racionalidade</i> <i>Limitação</i> <i>Falibilidade</i>
<b>HISTÓRIA</b>	<i>Influência sociopolítica</i>	
<i>Progressividade</i> <i>Não linearidade</i> <i>Provisoriedade</i>	<b>ECONOMIA</b>	<b>ANTROPOLOGIA</b>
	<i>Aplicabilidade</i> <i>Viabilidade</i> <i>Investimento</i> <i>Financiamento</i> <i>Produtividade</i> <i>Competitividade</i>	<i>Incomensurabilidade</i> <i>Influência cultural</i>

Fonte: Adaptado de Santos, Maia e Justi (2020, p. 603).



Note-se o detalhe de que os aspectos acima amostrados (o universo original chega a um número de quase quarenta fatores) indicam, *grosso modo*, substantivos remetendo a uma espécie de “condição” – condição que tanto caracteriza o processo dificultoso de produção do conhecimento (a viabilidade econômica do estudo ou as normas pelas quais a comunidade decide o que é aceitável, por exemplo), quanto caracteriza as valências e limitações dos próprios sujeitos investigadores (o fato de tenderem a ser criativos ou procurarem agir objetivamente e, ainda assim, perceberem ser complexa a natureza de seus objetos).

O protótipo desenvolvido pelas pesquisadoras Santos, Maia e Justi (2020) se mostra funcional por conferir ao docente um instrumento que favorece que se concentre naqueles aspectos de NdC (conteúdos, temáticas) com os quais o(a) profissional deseja exclusivamente trabalhar. E uma faceta interessante do modelo é a exploração de mais áreas do conhecimento, ou seja, não apenas as já tradicionalmente associadas a estudos epistemológicos – como a Filosofia e a História. A Economia e a Psicologia, por exemplo, ampliam o campo das análises, incluindo assuntos muito valiosos para que os estudantes atentem para outras dimensões estruturais e comportamentais que não deixam de integrar o mundo da ciência: a influência das instituições de decisão, o condicionamento financeiro; os estados mentais, os mecanismos do intelecto, etc.

Os trabalhos aqui apresentados, escolhidos por sua relevância no campo do ensino de epistemologia, dão um panorama sobre as discussões que vêm sendo desenvolvidas por pesquisadores(as) de áreas vizinhas à Geografia. Frisamos duas contribuições (Martins, 2015; Santos; Maia; Justi, 2020), a fim de elucidar, com contornos mais precisos, modelos que, apesar de concebidos para auxiliar docentes a debaterem teoria da ciência em cursos de Ciências Naturais, são muito inspiradores para se pensar a perspectiva da Geografia – e, por conseguinte, convocar nossa disciplina a tomar parte no debate (mais amplo) sobre ensino de conteúdos metacientíficos.

Vejamos agora, então, que espécies de articulação são possíveis entre o espectro de temas explorados em NdC e os aspectos que caracterizam o pensamento e a prática de ciência geográfica. Seriam esses aspectos tão

peculiares à Geografia a ponto de inviabilizarem um compartilhamento de epistemologias?

## **UMA PONTE ENTRE NDC E EG: ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DE EPISTEMOLOGIA GEOGRÁFICA**

Expostas algumas contribuições que exemplificam como vêm se desenvolvendo as iniciativas de carregar o ensino de ciências com conteúdos epistemológicos, buscaremos articulá-las com temáticas identificáveis com a natureza da Geografia. Para isso, apresentaremos ilustrações de tópicos que, malgrado estejam indubitavelmente vinculados ao campo de nossa disciplina, detêm uma certa generalidade que nos autoriza a pensar serem suficientemente compatíveis com aquilo que alegam as referências bibliográficas apresentadas neste trabalho.

Em especial, sugerimos que há um grande conjunto de temas que, em princípio, poderiam ser reconhecidos como manifestações, por um lado, da estrutura lógica da ciência geográfica e, por outro, do caráter sociológico que ela possui. Na prática, boa parte dos temas, além de dizer respeito a uma questão cognitiva (a qual, a rigor, não estaria condicionada à especificidade das conjunturas), também pode representar situações particulares a ver com contextos e épocas. Logo, a dualidade “lógico *versus* sociológico” é enganosa e tem chances de levar os estudantes a uma visão reducionista. Entretanto, isso não é necessariamente ruim se o objetivo do docente for, bem a propósito, o de estimular seus alunos a discutirem as várias dimensões dos estudos científicos em Geografia – ou seja, problematizando exatamente o fato de que os aspectos aí presentes não são todos da mesma ordem. E, neste caso, o modelo de Martins (2015), por discernir o que é filosófico, do que é sócio-histórico, funciona bem para essa modalidade (simples, mas eficiente) de exercício.

Na sequência (Quadro 3), dispomos de um quadro no qual, recuperando as ideias de “eixo” e “tema” de Martins (2015), damos exemplos de assuntos específicos que potencialmente representam, para o caso geográfico, aquilo que o autor entende por ângulo “epistemológico”, de um lado, e ângulo “sociológico e

histórico”, de outro. Note-se que, quanto à primeira perspectiva, procuramos definir questões geográficas que pudessem estar vinculadas a cada um dos três subeixos indicados no modelo (origem, método de obtenção e natureza do conhecimento produzido). Mantivemos as cores empregadas no Quadro 1, a fim de facilitar a identificação dos dois eixos principais.

**Quadro 3** - Aplicação do modelo de Martins (2015). Conjectura de temas, segundo eixos, para um ensino de natureza da ciência geográfica

<b>empírico vs. teórico</b>	<b>origem do conhecimento</b>
As saídas de campo espelham o valor do empírico em Geografia; contudo, os elos causais que explicam as fisionomias são inferidos via conjectura teórica acerca dos tipos e níveis de correlação entre as formas e os processos ali observados.	
<b>observação, experiência, argumentação lógica e racionalidade</b>	<b>origem do conhecimento</b>
A observação das paisagens é sempre regida por uma perspectiva teórica subjacente, a qual orienta a identificação de conexões entre as variáveis espaciais. Experimentos podem ser feitos com amostras de solos p.ex., relacionando suas propriedades à natureza dos domínios geomorfológicos onde foram coletadas.	
<b>coleta e avaliação dos dados</b>	<b>procedimentos da ciência</b>
Censos, estações meteorológicas e imagens de satélite são fontes de diagnósticos sobre mudanças e impactos (populacionais, climáticos etc.). O geógrafo instrumentaliza suas interpretações a partir de técnicas quantitativas e qualitativas.	
<b>analogia, imaginação e criatividade</b>	<b>procedimentos da ciência</b>
O raciocínio de escala é próprio da Geografia e demonstra a natureza inferencial das considerações. Mapas traduzem capacidade de criar semiologias gráficas para representar dados espaciais.	
<b>leis e teorias</b>	<b>conteúdos produzidos</b>
Modelos teóricos emblemáticos na história da Geografia (como o do ciclo de erosão e o dos lugares centrais), explorando a transição entre seu prestígio e obsolescência.	
<b>poder e limitações do conhecimento científico</b>	<b>conteúdos produzidos</b>
Concepções desenvolvidas por geógrafos clássicos acerca da influência do meio físico sobre os empreendimentos da sociedade e vice-versa. Prevalência temporária do determinismo ambiental e perda de força, sendo substituído por concepções mais probabilísticas, as quais elucidaram o caráter relativo das “verdades” em torno do significado da ocupação do espaço.	
<b>questões morais, éticas e políticas</b>	
Parceria entre academia e sociedade com fins colaborativos (auxílio a pequenos produtores ou fomento à conservação de práticas desenvolvidas por comunidades tradicionais, regionalmente situadas).	
<b>comunicação do conhecimento dentro da comunidade e em domínio público</b>	
Eventos e periódicos científicos da Geografia (como funcionam as dinâmicas de submissão e apreciação dos trabalhos). Os geógrafos costumam ser chamados a participar de debates em grandes meios de comunicação?	

Fonte: Os autores (2023).

Explorando agora outra perspectiva, se o propósito for o de sofisticar mais a abordagem, examinando com estudantes o fato de que a produção de conhecimento pela ciência geográfica poderia ser analisada por ângulos especiais, respectivos a distintas metaciências (história da ciência, antropologia da ciência etc.), o modelo desenhado por Santos, Maia e Justi (2020) se apresenta como muito sugestivo.

A seguir, então, tentaremos demonstrar como as classes de aspectos delimitadas pelas pesquisadoras poderiam ser empregadas em uma possível abordagem sobre “ensino de natureza da ciência geográfica”, digamos assim. Para tal, desenhamos uma convenção esquemática para caracterizar os aspectos da Geografia que poderiam ser mirados por cada metaciência. A convenção é a seguinte: primeiramente, enunciamos uma paráfrase genérica que caracteriza o aspecto original no modelo de Santos, Maia e Justi (2020); em seguida, propomos uma ocorrência típica desse aspecto na pesquisa geográfica. E repetimos o processo para um segundo exemplo de replicação de aspectos. Ou seja, veremos, ao final, doze modos pelos quais as seis metaciências (filosofia, história, sociologia, economia, psicologia e antropologia da ciência), hipoteticamente, conseguiriam tomar a produção de conhecimento em Geografia como foco de análise.

Por óbvio, concordamos com Allchin (2012) quando este autor diz que o objetivo do ensino “sobre ciência” (na licenciatura ou na educação básica) não se vincula a um esgotamento de todos os aspectos de NdC. O foco deve ser sempre o aperfeiçoamento das habilidades reflexivas e argumentativas – atributos que excitam o pensamento crítico sobre a ciência e que podem ser estimulados a partir de um conjunto diminuto de tópicos. Por conseguinte, basta que os(as) professores(as) de Geografia elejam algumas classes de aspectos e omitam outras; ou, então, até procurem abarcar todas as classes, mas selecionando um ou dois fatores apenas de cada uma delas – opção que decidimos desenvolver aqui.

Em sequência, as doze formas pelas quais a Geografia poderia ver aspectos seus serem abordados epistemologicamente:

(1) *Epistemologia*: reflexão geral em torno da natureza, dos objetivos, dos valores, dos critérios e das práticas do conhecimento.

– Análise das ontologias subjacentes às elaborações teóricas acerca dos fenômenos com expressão espacial; atribuição de significado à ideia de que os fenômenos físicos e humanos possuem uma “interface”.

(2) *Ética*: análise dos valores sociais e morais que, em situações dilemáticas ou conflituosas, sugestionam os posicionamentos e juízos dos(as) cientistas.

– Concepção de “sustentabilidade” em investigações que lidam com a avaliação de impactos ambientais; na relação cooperativa entre o(a) pesquisador(a) e uma comunidade que seja seu objeto de estudo, o relevo dado à percepção qualitativa das gentes do lugar.

(3) *Progressividade não linear*: o contexto histórico é um fator com componentes de incerteza; ele tanto exerce influência sobre a produção e o uso dos conhecimentos quanto sofre suas repercussões.

– O estudo da história da ciência geográfica com elucidações quanto às causas para o advento das correntes teóricas, críticas e humanistas, bem como quanto à coexistência dos paradigmas e seus reflexos na diversidade de visões de mundo e nas possibilidades de atuação profissional.

(4) *Provisoriedade*: constatação de que faz parte da natureza do conhecimento científico transformar-se ao longo do tempo.

– Ter havido mudanças de conteúdo, por exemplo, nas teorias sobre população, espaço urbano e classificação de domínios geomorfológicos.

(5) *Interatividade*: exame dos vários tipos de relação recíproca ou definidora de ordenação funcional, tais como acordos, parcerias, colaborações, mas também discordâncias e disputas internas.

– Formação de grupos de pesquisa interinstitucionais (em escala inter-regional e/ou internacional) que sistematizam a contribuição específica dos diferentes especialistas, por exemplo, climatologistas e geógrafos da saúde em um projeto sobre doenças tropicais.

(6) *Influência sociopolítica*: condicionamento que a sociedade e o regime político, aos quais os cientistas estão submetidos, exercem durante o processo de



produção do conhecimento (ou sofrem, *a posteriori*, com seus reflexos); influência esta que pode determinar os problemas de pesquisa, além de flagrar a relevância de determinadas conjunturas territoriais.

– Localidades podendo ser prioritárias, conjunturalmente, para a instalação de um empreendimento industrial; logo, diferentes focos de avaliação geográfica se estabelecem: mirada (crítica) do fenômeno a partir da ótica da segregação socioespacial possivelmente desencadeada, realce (economicista) à reorganização produtiva do território e suas áreas de influência etc.

(7) *Fontes de financiamento*: discussão a propósito do fato de a pesquisa científica carecer de suporte material para sua realização e abordagem sobre os tipos de instituições responsáveis por isso.

– Averiguação da hipótese de ausência de financiamento para certos temas ou projetos dentro do campo geográfico; ou, alternativamente, se há setores ou assuntos que tendem a receber maior atenção e, por consequência, mais fomento a seu estudo (espacialidade dos riscos e das vulnerabilidades, por exemplo).

(8) *Produtividade e competitividade*: as performances na geração de conhecimento e as implicações em termos de valor monetário das tecnologias derivadas desse conhecimento.

– As inovações em geomática e em ferramentas técnicas para o georreferenciamento; empresas do setor disputando convênio com instituições públicas ligadas à tomada de decisão, potencialmente consumidoras de seus artefatos geotecnológicos.

(9) *Personalidade*: predisposições do(a) cientista, segundo perfil comportamental e/ou contingências biográficas, as quais têm poder de influenciar suas decisões e atitudes durante o processo investigativo.

– As relações de envolvimento (empatia ou aversão) do(a) pesquisador(a) com o sistema de causas que ele(a) acredita estar agindo no problema socioambiental sob sua investigação; vieses ou tendências interpretativas que o(a) geógrafo(a) agrário(a) pode incorporar se tem um histórico familiar com práticas agroecológicas, por exemplo.

(10) *Subjetividade vs. Objetividade*: avaliação dos casos em que o(a) cientista consegue (ou precisa) pensar e agir de maneira circunspecta, isto é,

mantendo o foco em uma determinada finalidade, de modo a produzir a informação ambicionada.

– Na análise de dados meteorológicos, na avaliação das propriedades pedológicas, na produção e exposição de estatísticas socioeconômicas, os(as) geógrafos(as) procuram trabalhar com essas informações regionais (adquiridas ou relativamente reelaboradas) da maneira mais sistemática e imparcial possível.

(11) *Incomensurabilidade*: problematização da abordagem cultural, em que por não existirem culturas “boas” ou “ruins” (como melhores ou piores), a apropriação e as interpretações do conhecimento por cada cultura tendem a ser diferentes, logo, difíceis de discernir segundo um mesmo critério padrão.

– Nos estudos de lugar, os(as) geógrafos(as) identificarem a manifestação de percepções distintas, envolvendo uma dimensão de identidade por parte dos grupos humanos ali situados; pesquisadores(as) em Geografia Cultural, por exemplo, comparando os entendimentos relativos à condição de cada ator local (elos afetivos, visões práticas etc.).

(12) *Influência cultural*: condicionamento que o sistema de costumes, no qual os(as) cientistas estão inseridos(as), exerce durante o processo de produção do conhecimento (ou sofre, *a posteriori*, com seus reflexos).

– Comparação de estudos regionais realizados por geógrafos(as) econômicos(as) de distintas nacionalidades; constatar o quanto as geografias em que se situam as respectivas atividades produtivas determinam uma certa história econômica regional, e se essas mesmas distintas geografias chegam a condicionar também o próprio modo de investigação executado por cada geógrafo(a).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao longo deste texto, buscamos apresentar as linhas gerais de uma área de pesquisa chamada Natureza da Ciência. A ideia que nos moveu foi a de fazer ver que ela detém notável potencialidade para diversificar um pouco nossas discussões sobre o ensino de Geografia. Se reconhecemos ser importante que os estudantes apreendam algo mais que os conteúdos próprios da disciplina, um



modo de efetivar esse enriquecimento seria o de explorar com eles os vários aspectos que estão por trás da elaboração desses mesmos conteúdos – o que, na prática, significa um ensino carregado de epistemologia.

A escolha das publicações mencionadas teve como base a sua pertinência no cenário das pesquisas de NdC; além de que elas demonstram o quanto os debates são amplos e diversos. Como sublinhamos, trata-se de um campo originalmente constituído por pesquisadores do ensino de ciências naturais. Contudo, salientamos ao leitor que as temáticas compreendidas podem muito bem ser incorporadas ao ensino de Geografia. E o motivo não é, exclusivamente, o de nossa disciplina encontrar-se na fronteira entre as ciências que estudam os mundos físico e humano (o que, de fato, já garante que ela se aproprie tanto da epistemologia tradicional quanto da social).

Na verdade, a razão é mais simples: a comunidade geográfica precisa aproximar-se de outros coletivos que estudam o ensino. Isso, no mínimo, possibilitaria que todos percebessem a existência de aspectos que transcendem as identidades disciplinares. Idiossincrasias são reais, mas, às vezes, podem ocultar questões comuns. E uma mirada mais profunda sobre o processo de produção do conhecimento científico tende a revelar esse tipo de universalismo.

É alvissareiro que nossos pares estejam desenvolvendo suas próprias leituras sobre como introduzir conteúdo epistemológico nos programas de ensino de Geografia. Isso comprova a receptividade potencial que os(as) estudiosos(as) de EG já demonstram ter com respeito a um plano de inserção (ou robustecimento) de análises “mais teóricas” acerca do processo de conhecimento. A sugestão que fazemos aqui nada tem de crítica a um projeto autônomo – que tem todo mérito e deve, sem dúvida, render bons frutos. Em vez disso, nos preocupamos em dar visibilidade a um tipo de iniciativa já longa e que, provavelmente, os(as) colegas da Geografia, por força de talvez não possuírem a cultura de acompanhar a produção intelectual em ensino de ciências, ainda ignoravam.

Em hipótese alguma defendemos a replicação cega de “modelos externos”. Na verdade, é o caso de fazermos uma ponderação: que as disciplinas busquem seus aperfeiçoamentos com independência é positivo, mas não seria edificante

tirar proveito de realizações perspicazes e com valor transdisciplinar? Nesse sentido, pensamos que as duas abordagens salientadas detêm potencial para serem reproduzidas (com ajustes) em nossos cursos de formação docente ou na educação básica. Ademais, os(as) professores(as) estão livres para decidir qual modelo faz mais sentido para auxiliá-los(as) em suas pesquisas e planejamentos.

É provável que os esquemas aqui propostos devam funcionar melhor em contextos de ensino superior; quer dizer, em cursos de Licenciatura, nos quais a riqueza da epistemologia seria apresentada a adultos, futuros professores, que teriam condições de cogitar, criativamente, maneiras de explorá-la em suas práticas pedagógicas.

## REFERÊNCIAS

- ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011. <https://doi.org/10.1002/sce.20432>
- ALLCHIN, D. Toward clarity on whole science and KNOWS. **Science Education**, v. 96, n. 4, p. 693-700, 2012. <https://doi.org/10.1002/sce.21017>
- AZEVEDO, N.; SCARPA, D. Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 579-619, mai./ago. 2017. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017172579>
- CALLAI, H. O conhecimento geográfico e a formação do professor de geografia. **Revista Geográfica de América Central**, Heredia, n.º especial, p. 1-20, 2011.
- CASTELLAR, S.; VILHENA, J. **Ensino de geografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- CAVALCANTI, L. Ensinar geografia para a autonomia do pensamento: o desafio de superar dualismos pelo pensamento teórico crítico. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. especial, p. 193-203, Out. 2011. <https://doi.org/10.5418/ra2011.0701.0016>
- CAVALCANTI, L. Para onde estão indo as investigações sobre ensino de geografia no Brasil?: um olhar sobre elementos da pesquisa e do lugar que ela ocupa nesse campo. **Bolem Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 36, n. 3, p. 399-419, Set./Dez. 2016. <https://doi.org/10.5216/bgg.v36i3.44546>
- GIL-PÉREZ, D.; FERNÁNDEZ-MONTORO, I.; CARRASCOSA-ALÍS, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

<https://doi.org/10.1590/s1516-73132001000200001>

JUSTI, R.; ERDURAN, S. Characterizing nature of science: a supporting model for teachers. *In: INTERNATIONAL HISTORY, PHILOSOPHY AND SCIENCE TEACHING GROUP*, 13., 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: IHPST, 2015. p. 1-11.

KAMPOURAKIS, K. Succeeding Michael R. Matthews: an honor and a challenge. **Science & Education**, v. 24, p. 807-811, 2015.

<https://doi.org/10.1007/s11191-015-9770-x>

KRUPCZAK, C.; AIRES, J. Natureza da ciência: o que os pesquisadores brasileiros discutem? **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 14, n. 32, p. 19-32, 2018.

<https://doi.org/10.18542/amazrecm.v14i32.6180>

LEDERMAN, N. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, Chapel Hill, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>

LEDERMAN, N. Nature of science: past, present, and future. *In: ABELL, S.; LEDERMAN, N. (org.). Handbook of research on science education*. Mahwah: Erlbaum, 2007. p. 831-879.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

<https://doi.org/10.1002/tea.10034>

MARTINS, A. Natureza da ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>

MATTHEWS, M. History, philosophy, and science teaching: the present rapprochement. **Science & Education**, v. 1, p. 11-47, 1992.

<https://doi.org/10.1007/bf00430208>

McCOMAS, W.; CLOUGH, M.; ALMAZROA, H. The role and character of the nature of science in science education. *In: McCOMAS, W. (org.). The nature of science in science education: rationales and strategies*. New York: Kluwer, 2002. p. 3-39.

MOURA, B. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, Jan./Jun. 2014.

<https://doi.org/10.53727/rbhc.v7i1.237>

MOURA, C.; CAMEL, T.; GUERRA, A. A natureza da ciência pelas lentes do currículo: normatividade curricular, contextualização e os sentidos de ensinar sobre ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 22, e15631, p. 1-27, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-21172020210114>

OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What “ideas about science” should be taught in school science?: a Delphi study of the expert community. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003. <https://doi.org/10.1002/tea.10105>

PONTUSCHKA, N.; PAGANELLI, T.; CACETE, N. **Para aprender e ensinar geografia**. São Paulo: Contexto, 2007.

SANTOS, M.; MAIA, P.; JUSTI, R. Um modelo de ciências para fundamentar a introdução de aspectos de natureza da ciência em contextos de ensino e para analisar tais contextos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20, p. 581-616, 2020. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u581616>

SCHWARTZ, R.; LEDERMAN, N.; ABD-EL-KHALICK, F. A series of misrepresentations: a response to Allchin’s whole approach to assessing nature of science understandings. **Science Education**, v. 96, n. 4, p. 685-692, 2012. <https://doi.org/10.1002/sce.21013>

SOLOMON, J. Teaching about the nature of science in the British national curriculum. **Science Education**, v. 75, n. 1, p. 95-103, 1991. <https://doi.org/10.1002/sce.373075010>

STRAFORINI, R. **Ensinar geografia: o desafio da totalidade-mundo nas séries iniciais**. São Paulo: Annablume, 2004.

TEIXEIRA, O. P. B. A ciência, a natureza da ciência e o ensino de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 851-854, Out./Dez. 2019. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040001>

### **Como citar este artigo:**

SALGADO, Iara Piovezana; REIS JÚNIOR, Dante. Estudos de “natureza da ciência” e sua potencial contribuição para um ensino de geografia carregado de epistemologia. **GEOGRAFIA**, Rio Claro-SP, v. 50, n. 1, p. 359-384, 2025. DOI:

Recebido em 22 de outubro de 2024  
Aceito em 24 de junho de 2025