



# NATUREZA DA CIÊNCIA, CONTEÚDOS METACIENTÍFICOS E A SALA DE AULA: IMPLICAÇÕES AO ENSINO DE FÍSICA

## *NATURE OF SCIENCE, META-SCIENTIFIC CONTENT AND CLASSROOM: IMPLICATIONS FOR PHYSICS EDUCATION*

**Boniek Venceslau da Cruz Silva**

boniek@ufpi.edu.br

*Universidade Federal do Piauí*

### **RESUMO**

Questões relacionadas aos estudos da Natureza da Ciência e suas implicações ao ensino de Física são recorrentes na bibliografia especializada, com destaque às associadas ao “o quê”, “por que” e “como ensinar” conteúdos metacientíficos na sala de aula. Nesse ensaio, buscamos problematizar e resgatar algumas das principais discussões encontradas da área, desde a suposta definição para a questão do que seria a “Natureza da Ciência”, até implicações de algumas propostas embasadas principalmente em episódios históricos da Física. Por fim, chamamos a atenção para o fato de que é preciso incentivar a produção de mais pesquisas que pretendam investigar o desenvolvimento do pensamento do professor durante o processo de construção, aplicação e avaliação de estratégias didáticas, com finalidades de ensino de aspectos da natureza do conhecimento científico nas aulas de Física.

**PALAVRAS-CHAVE:** História e Filosofia da Ciência; Natureza da Ciência; Ensino de Física.

### **ABSTRACT**

*Questions related to the study of the Nature of Science and its implications for the teaching of Physics are recurrent in the specialized bibliography with emphasis on those associated with the "what", "why" and "how to teach" meta-scientific contents in the classroom. In this essay, we pretend to problematize and rescue some of the main discussions found in the area, from the supposed definition to the question "Nature of Science" until possible implications of some proposals based mainly on historical contributions of Physics. Finally, we call attention to the fact that should be encouraged more researches about the development of teacher thinking during the process of construction, application and evaluation of didactic strategies for the purpose of teaching meta-scientific content are required in the physics lessons.*

**KEYWORDS:** *History and Philosophy of Science; Nature of Science; Physics Education.*

## INTRODUÇÃO

A compreensão de aspectos da Natureza da Ciência de estudantes (de todos os níveis de ensino) é entendida como um dos componentes centrais da educação científica (SILVA, 2010; MOURA, 2012; MARTINS, 2015). Há algum tempo a comunidade de educadores reconhece a relevância da temática, principalmente no que diz respeito às questões relacionadas ao “o que ensinar”, “por que ensinar” e “como ensinar” (MARTINS, 2015).

Neste ensaio, um ponto fulcral é a relação entre a Natureza da Ciência (NdC) e o seu ensino e aprendizagem. Nesse quesito, compreendemos que o professor precisa adquirir, na sua formação inicial, ferramentas que possibilitem a criação de estratégias didáticas, métodos de investigação, cooperação e, por fim, análise e reflexão de sua própria prática.

Sobre este último ponto, Imbernón (2010) defende uma formação mais flexível, a qual gere o desenvolvimento de uma atitude crítica, que busque um trabalho em cooperação, receptividade aos fatos novos da sala de aula e da profissão, possibilitando as bases para o desenvolvimento de conhecimentos pedagógicos especializados.

Nos nossos estudos (Silva (2010); Silva e Martins (2010) e Silva (2018), por exemplo), uma das formas de se alcançar uma formação mais flexível e crítica é justamente inserir em sala de aula, sejam nas licenciaturas em Física ou na Educação Básica, discussões em torno da Natureza da Ciência. Nas licenciaturas, em especial, as formas de ensiná-la e problematizá-la com seus futuros alunos.

Assim, neste ensaio, compreendemos que a NdC configura-se com questões relacionadas ao que a Ciência é (ou não), como ela funciona, como os cientistas trabalham, seus fundamentos epistemológico e ontológico e como a Ciência e a sociedade interagem entre si, dentre outras.

Entretanto, salientamos que uma definição fechada para ela é contestada tanto por historiadores, filósofos, sociólogos, professores e pesquisadores da área de ensino de Ciências. Como apontam Martins e Ryder (2014), uma das críticas é endereçada sobre a suposta consensualidade. Para eles, discussões sobre a NdC trazem uma série de deficiências, como, por exemplo, a suposta desconsideração das particularidades das mais variadas ciências e o relativismo que pode ser encontrado, mesmo que implicitamente, em tais concepções.

De forma geral, entendemos que a NdC se configura como um metaconhecimento sobre a Ciência. Ela se estabelece como um campo de estudos que abarca questões relacionadas aos conceitos do que é (ou não) Ciência, como a Ciência é vista pelos não-cientistas (sociedade em geral), os seus métodos de investigações e as interações que ela estabelece com outros conhecimentos, como, por exemplo, a política, a sociologia e a economia, dentre outros aspectos.

Assim, buscamos neste ensaio realizar um levantamento bibliográfico com os principais autores e discussões sobre a NdC, os caminhos epistemológicos e metodológicos possíveis para a fundamentação inicial de futuros professores de Física e pesquisadores que desejem conhecer um pouco mais sobre este campo de estudos.

## O QUE É NATUREZA DA CIÊNCIA?

O termo “Natureza da Ciência” retrata a integração de diferentes campos do saber como, por exemplo, Filosofia, História, Antropologia, Sociologia e Psicologia em torno do entendimento de como o conhecimento científico é produzido, internalizado, comunicado e até mesmo refutado. Sendo assim, discussões sobre a NdC referem-se ao que é a Ciência, como

ela trabalha, os valores e crenças inerentes ao campo científico, relações existentes entre a Ciência e a sociedade, dentre outras

Dessa forma, por se tratar de uma temática interdisciplinar, um conceito fechado e consensual do que venha a ser a Natureza da Ciência parece-nos, em uma primeira instância, algo bastante complexo, como já abordamos anteriormente.

Embora um conceito fechado e consensual seja algo difícil, algumas tentativas de definição podem ser encontradas na literatura. Por exemplo, Acevedo et al (2005) retrata-a como:

[...] o que é a ciência, seu funcionamento interno e externo, como se constrói e se desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que usa para validar este conhecimento, os valores implicados nas atividades científicas, a natureza da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e vice-versa, as contribuições deste à cultura e ao progresso da sociedade. Todos esses aspectos constituem, grosso modo, a maior parte do que se conhece como NdC, entendida essa em um sentido amplo e não exclusivamente reduzido ao epistemológico. (ACEVEDO et al, 2005, p 122-123).

McComas, Clough e Almazroa (2002) definem a NdC como uma área híbrida e com aspectos de vários campos sociais, como, por exemplo, História, Sociologia e Filosofia da Ciência, combinadas com pesquisas de áreas das Ciências Cognitivas, como a Psicologia, buscando descrever o que é a Ciência, como ela trabalha e como os cientistas operam em grupos sociais, dentre outras questões.

Adúriz-Bravo (2005) argumenta que a NdC apresenta relações com outros campos do saber, tais como a História, Filosofia e a Sociologia da Ciência. Elas possibilitam estudos sobre a Ciência, viabilizando pesquisas de diferentes aspectos da atividade científica, como, por exemplo, como o conhecimento científico se transforma com o passar do tempo, os valores levados em conta pelas comunidades científicas na hora da formulação de uma teoria e a relação entre a ciência e a sociedade, dentre outras.

Lederman (2007) descreve a NdC como um conjunto de saberes epistemológicos incumbidos no processo de elaboração do conhecimento científico, no qual é circundado por valores e crenças inerentes ao campo de estudos. Vale ressaltar que o autor chama a atenção para a diferença existente entre investigação científica e processos científicos. Para ele, os processos científicos são atividades relacionadas ao recolhimento e análise de dados com o objetivo de se tirar conclusões. Já a investigação científica usa vários processos científicos, tais como a observação e a inferência, de forma meio que cíclica. Portanto, a NdC difere-se por se referir aos fundamentos da epistemologia das atividades científicas e às características do conhecimento que resultam dessas atividades.

Para Moura (2014), a NdC é compreendida como um conjunto de elementos que possibilitam a compreensão da construção, implantação e estruturação do conhecimento científico, relacionando desde relações internas da Ciência até as mais externas. Para o autor, a NdC também repousa em bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência, as quais proporcionam tanto o seu próprio entendimento como a compreensão das relações existentes entre a NdC e os demais saberes.

Bagdonas e Silva (2013) apresentam duas visões extremas sobre a NdC, a saber: (a) natureza positiva, a qual transparece a ideia do conhecimento científico como algo provado, objetivo e acabado, sendo extraído da observação e da experiência e (b) natureza construtivista, na qual a ciência é vista como uma construção humana e histórica.

Podemos notar na bibliografia especializada um cuidado especial na suposta definição de um conceito fechado para “a” Natureza da Ciência. Este cuidado reflete-se principalmente às relações da NdC com a Epistemologia da Ciência. A ressalva denota-se na inclusão do artigo antes do termo “Natureza da Ciência”, a qual pode transparecer uma visão única, correta, global e atemporal.

É preciso ressaltar que é de entendimento dentre os filósofos a não consensualidade sobre o que é a Ciência. Dessa forma, entendemos ser de bom tom a crítica dirigida à crença da existência de uma única Natureza da Ciência, haja vista a pluralidade de disciplinas científicas existentes – as quais, embora apresentem similaridades, denotam divergências no fazer científico.

Assim, mesmo que definir a NdC não se pareça um empreendimento fácil devido às controvérsias existentes entre filósofos, sociólogos e educadores em Ciências, discuti-la em sala de aula passa pela problematização de como ela é alicerçada, incluindo-se debates, erros, acertos e influências econômicas, políticas e sociais inerentes ao seu processo de construção ou derrocada.

### **CONCEPÇÕES SOBRE A NDC: O QUE É (IN)ADEQUADO?**

A partir da década de 1990, no campo da Didática das Ciências, observou-se a criação de várias propostas de inserção de conteúdos metacientíficos nos currículos de formação de professores de Física e na Educação Básica. A intenção era uma construção de uma concepção mais adequada da Ciência e da NdC para estes públicos.

Neste período, os trabalhos sobre a Natureza da Ciência convergiam em torno da defesa de determinados pressupostos, tidos como válidos, e da refutação de outros, considerados não válidos para a NdC. Porém, é válido questionar: o que é adequado sobre a NdC?

Gil et al (2001) apresentam alguns aspectos supostamente consensuais sobre a ciência, tomando como base estudos de filósofos da ciência e professores de ciências, chegando a algumas ideias que devem ser evitadas – ideias que, comumente, permeiam o imaginário dos alunos – e devem ser combatidas em sala de aula. Apresentam-se algumas:

1. A ideia de método científico como uma receita ou uma cartilha na qual o cientista orienta-se para fazer ciência;
2. A ideia de uma ciência unicamente empirista, aquela que brota exclusivamente de experiências;
3. A ideia de pensamento científico individualista e elitista, segundo o qual a ciência é construída por um único nome.

Outros autores, como Harres (1999), McComas, Clough e Almazroa (2002) e Silva (2010), argumentam sobre a existência da concordância em alguns aspectos da Natureza da Ciência. Os autores citados acima apresentam uma lista de ideias com certo grau de aceitação nas pesquisas sobre a NdC e suas relações com a sala de aula. Algumas delas são:

- O conhecimento científico, embora sólido, tem uma natureza conjectural;
- O conhecimento científico depende fortemente, mas não inteiramente, da observação, da evidência experimental, de argumentos racionais e do ceticismo;

- Não há maneira única de fazer ciência, isto é, não há um método científico universal a ser seguido rigidamente;
- A ciência é uma tentativa de explicar fenômenos naturais;
- Leis e teorias cumprem papéis distintos na ciência e teorias não se tornam leis, mesmo quando evidências adicionais se tornam disponíveis;
- Pessoas de todas as culturas podem contribuir para a ciência;
- Novos conhecimentos devem ser relatados abertamente e claramente;
- A construção do conhecimento científico requer registros de dados acurados, crítica constante das evidências, das teorias, dos argumentos pelas comunidades de pesquisadores e replicação dos estudos realizados;
- Observações são dependentes de teorias, de modo que não faz sentido pensar em uma coleta de dados livre de influências e expectativas teóricas;
- Cientistas são criativos;
- A história da ciência apresenta um caráter tanto evolutivo quanto revolucionário;
- A ciência é parte de tradições sociais e culturais;
- A ciência e a tecnologia geram impacto uma na outra;
- Ideias científicas são afetadas pelo meio social histórico no qual são construídas.

Esta lista é fruto, principalmente, dos estudos desenvolvidos por Lederman (1992) e por McComas e Olson (2002), os quais investigavam quais elementos podiam ser representativos para o contexto do ensino de Ciências. Assim, McComas e Olson (2002), tomando como base oito documentos oficiais, endossam a lista sobre a NdC (NOS tenets, em inglês).

Como podemos observar, a lista baseou-se em afirmações curtas, declarativas e generalistas sobre a Ciência, nas quais a postura epistemológica de Thomas Kuhn sobressai-se com relativo destaque (como, por exemplo, no trecho "A história da ciência apresenta um caráter tanto evolutivo quanto revolucionário").

A partir disto, rapidamente essa lista começou a orientar investigações na área de Ensino de Ciências. Como destacam Pena e Teixeira (2014), principalmente no Brasil as pesquisas empíricas e alguns currículos da graduação em Física foram orientadas por essa visão consensual sobre a NdC.

De maneira geral, como destaca Martins (2015), a Visão Consensual (VC) sobre a Natureza da Ciência estabelece:

[...] um conjunto de aspectos, de caráter geral, a respeito dos quais haveria um consenso amplo no que diz respeito ao que se espera que esteja presente no currículo de ciências. Como um referente para a instrução, a VC busca um consenso pragmático em torno de determinados aspectos que seria válido para se pensar a inserção da NdC (MARTINS, 2015, p. 706).

Apesar de sua primeira relevância no ensino de Ciências, ela recebeu críticas endereçadas aos conteúdos de algumas de suas afirmações. Por exemplo, Irzik e Nola (2011) trazem uma série de problemas da VC, com destaque a desconsideração das particularidades das Ciências. Eles argumentam que a lista contida na VC pode apresentar uma visão restrita da Ciência, como, por exemplo, que a afirmação da não existência de um método científico pode acarretar na crença de que não existe nenhum tipo de "regras" na produção da mesma. Ou, ainda,

geram algumas confusões, tais como: se a Ciência é influenciada por fatores sociais e culturais, como ela é aceita por civilizações com diferentes culturas?

Para tal, Irzik e Nola (2011) trazem a noção de semelhança familiar com o intuito de criticar a VC. Fazendo uma comparação com os membros de uma família, argumentam que eles podem compartilhar algumas características ou serem diferentes em relação a outras, como acontece em qualquer seio familiar. De forma análoga, os autores destacam que as diferentes disciplinas científicas também podem apresentar semelhanças ou diferenças entre si, principalmente no que diz respeito aos seus objetivos e valores, atividades, metodologias e regras metodológicas e seus produtos.

Assim, as ciências compartilham algumas ou boa parte das características descritas acima. Contudo, seria imprudente idealizar uma "Natureza da Ciência geral e única", pois mesmo que, aparentemente, elas sejam semelhantes em relação a algumas características, elas também são diferentes em relação a outras.

Ainda, para Irzik e Nola (2011), o que integra as disciplinas científicas é a semelhança familiar entre elas, principalmente quando relacionadas às características de cada categoria, como, por exemplo, metodologias, resultados, valores, dentre outros. Isto denota que as Ciências compartilham algumas semelhanças em seus objetivos, bases e procedimentos; como, por exemplo, irmãos dividem semelhanças em seu código genético.

Já Martins (2015) chama a atenção ao compromisso da VC a uma particular epistemologia, no caso em questão, "a visão de Thomas Kuhn", como já mencionamos acima. Esse ponto, assumido pela VC, é problemático, visto que basta-nos lembrar de que, conforme destaca Martins e Ryder (2014), embora a visão de Kuhn tenha vários adeptos, ela é longe de ser unanimidade, tanto na Filosofia como no Ensino de Ciências.

Por fim, Clough (2007) destaca a possibilidade de distorções por pesquisadores, professores e alunos. Neste ponto, em especial, concordamos com o autor, pois como apresenta Silva (2014), no geral, discussões relacionadas ao campo da Epistemologia das Ciências são escassas na formação inicial do professor de Física - fato este que pode agravar os problemas.

Apesar disso, algumas propostas alternativas já podem ser encontradas na literatura. Clough (2007) propõe que, no lugar dos princípios declarativos da VC, possamos utilizar questões, tais como: (1) em que sentido o conhecimento científico é tentativo/provisório?; (2) Como as observações e inferências diferem-se? Em que sentido, elas podem não ser diferentes? e (3) Como a Ciência privada difere da pública? Em quais caminhos, elas podem ser parecidas?

Outra proposta é apresentada por Martins (2015): o pesquisador discute a possibilidade de pensarmos em temas da NdC no lugar dos princípios da NdC. O autor identifica dois eixos principais, inter-relacionados entre si, a destacar: o histórico e sociológico, e o epistemológico. Conforme apresenta o proponente:

[...] O primeiro eixo agruparia temas relativos ao papel do indivíduo e da comunidade científica; a intersubjetividade; questões morais, éticas e políticas; influências históricas e sociais; ciência como parte da cultura; comunicação do conhecimento. O segundo eixo, mais amplo, agruparia temas relativos à origem do conhecimento (experiência x razão; papel da observação, da experiência, da lógica e do pensamento teórico; influência da teoria sobre o experimento), aos métodos, práticas, procedimentos e processos da ciência (coleta, análise e avaliação de dados; inferência, correlação e causalidade; modelagem em ciência; papel da imaginação e

criatividade; natureza da explicação, e ao conteúdo/natureza do conhecimento produzido (papel de leis e teorias; noção de modelo; semelhanças e diferenças entre ciência e outras formas de conhecimento (MARTINS, 2015, p.718).

Ainda para o autor, um segundo passo de sua proposta consiste na consideração dos temas apresentados a partir de questões, como anteriormente já fora feito por Clough (2007). Para Martins (2015):

[...] tais questões contribuem para esclarecer o significado e o tratamento que podem ser dado aos temas, especificando um pouco mais aquilo que pode ser explorado em cada um deles e enfatizando o caráter investigativo que imaginamos que seu tratamento deve adotar (MARTINS, p. 720, 2015).

Entendemos que a proposta de Martins (2015) é mais adequada, pois compreendemos que ela pode apresentar potencialidades no que diz respeito ao desenvolvimento do senso crítico dos alunos; haja vista pela própria natureza da proposta dar-se por questões e não sentenças declarativas. Além disso, entendemos que a perspectiva da NdC por temas e questões possibilita a incorporação de diferentes visões acerca da NdC, distanciando-se de conhecimentos declarativos ou gerais sobre a Ciência inerentes à VC.

Embora o autor citado acima destaque que sua proposta não aborda diretamente a questão de como ensinar conteúdos metacientíficos, entendemos que, mesmo não diretamente, a proposição da NdC por temas e questões sinaliza um caminho propício para a elaboração de estratégias didáticas, pois compreendemos que o questionamento, em si, retirado com base nos seus próprios temas e questões, possam configurar-se como uma forma de ensino de conteúdos metacientíficos.

Por fim, compreendemos que a proposta de temas e questões de Martins (2015), como anteriormente feito pela VC, encontrará caminhos propícios para o desenvolvimento de estratégias didáticas quando atreladas, principalmente a História da Física.

## O ENSINO DE CONTEÚDOS METACIENTÍFICOS: IDAS E VINDAS

Conhecer e ensinar conteúdos metacientíficos significa possibilitar o entendimento de aspectos da NdC: como a Ciência é feita, como trabalha o cientista, quais as relações entre a Ciência e demais conhecimentos, dentre outros exemplos. Entretanto, como advertem Acevedo (2009) e Silva (2018), é preciso aprofundar pesquisas que busquem compreender as relações entre conteúdos atrelados à NdC e o seu ensino.

No mesmo caminho, McComas, Clough e Almazroa (2002) também destacam esta busca por essas lacunas, como, por exemplo, o que ensinar e como ensinar conteúdos metacientíficos. Compreendemos que uma das possíveis causas para estas lacunas residam nos livros didáticos de Física e nas aulas de alguns professores, principalmente quando estas são centradas unicamente na transmissão dos fatos científicos, excluindo-se, por exemplo, como eles são gerados. Portanto, uma das preocupações relacionadas ao ensino de conteúdos metacientíficos deve habitar na formação destes professores.

Sobre tal questão, Hind, Leach e Ryder (2001) chamam a atenção que a imagem relacionada à Ciência dos estudantes, no geral, reflete o entendimento da própria imagem de seus professores. Neste sentido, entendemos que os cursos, atividades ou estratégias didáticas que pretendam discutir tais conteúdos devam ser bem elaborados, aplicados e refletidos principalmente no que tange ao campo da formação de professores de Física.

As autoras citadas acima, ainda tomando como base os seus próprios estudos desenvolvidos, relatam que cursos curtos, no geral, não refletem mudanças radicais nas ideias dos estudantes sobre o assunto. Para elas, um ensino explícito e contextualizado de aspectos da NdC pode ajudar os estudantes no desenvolvimento de concepções epistemológicas mais sofisticadas.

Já McComas, Clough e Almazroa (2002) destacam que, geralmente, os currículos de formação de professores de Ciências, no geral, não englobam conteúdos epistemológicos das Ciências nas suas estruturas curriculares, fato que corrobora a dificuldade dos professores no ensino de conteúdos metacientíficos.

Este fato é corroborado por Pereira e Martins (2011) e Silva (2014; 2018), que demonstram que, em boa parte das universidades brasileiras, a preocupação centra-se, geralmente, no ensino de conteúdos históricos da Física, deixando-se de lado os aspectos epistemológicos e sociológicos que também são importantes no entendimento da disciplina.

Arelado a isso, em trabalhos anteriores, Silva (2014), baseado em um estudo de caso em uma universidade brasileira, chama atenção para o fato preocupante de ensino de mais de dois mil anos de História da Física ser proposto em sessenta horas de curso. Além disso, o pesquisador relata a escassez total de conteúdos tanto de Epistemologia da Ciência como de formas de ensinar aspectos da NdC. Para ele, a partir da forma que a História da Física possa vir a ser ensinada, pode potencializar concepções inadequadas da NdC nos futuros professores de Física. Estas discussões ganham peso quando a NdC conquista uma maior inserção no campo da Didática das Ciências.

Como destaca Acevedo (2009), a partir da década de 1990, ela começa a ser destacada como uma espécie de objetivo chave no currículo escolar de Ciências, passando a ser considerada um componente fundamental da educação científica. Com isso, a defesa da inclusão de conteúdos metacientíficos ganha espaço no campo da Didática das Ciências, pois ela poderia potencializar melhor compreensão da NdC.

Neste ponto, Adúriz-Bravo (2005) e Rodríguez e Adúriz-Bravo (2013) destacam algumas finalidades que a NdC tem com a Didática das Ciências:

1. Intrínseca: ela deve ser uma reflexão racional e razoável sobre a própria Ciência, colaborando na sua análise crítica;
2. Cultural: ela deve destacar seu valor histórico como criação humana, situando personagens e ideias no contexto social de suas épocas;
3. Instrumental: ela pode melhorar o ensino de conteúdos científicos.

Acevedo (2009) destaca que as investigações sobre a NdC na Didática das Ciências, naquela época, apresentavam cinco focos, a saber: (1) crenças sobre a NdC dos estudantes; (2) currículo da NdC e aprendizagem dos alunos; (3) crenças sobre a NdC dos professores; (4) propostas para melhorar a compreensão do professor acerca da NdC e (5) eficácia dos enfoques de ensino explícito e implícito da NdC. Para ele, as pesquisas tinham como objetivo principal investigar se o ensino de Ciências tinha êxito em proporcionar aos estudantes crenças mais adequadas sobre a NdC. Contudo, o que os resultados apresentaram, segundo o autor, é que os alunos demonstravam uma compreensão muito pobre sobre NdC.

Ainda, conforme retrata o pesquisador acima, uma das possíveis respostas dadas aos resultados encontrados pelas investigações diz respeito à pouca atenção dada para a NdC nos currículos e no ensino de Ciências. Assim, de um lado, parece-nos uma tarefa bastante complexa definir com precisão um currículo que considere com bastante exatidão o que venha a ser adequado no que diz respeito aos conteúdos relacionados à NdC. Do outro, a manutenção do *status quo* de concepções inadequadas sobre a Ciência também se configura como um problema

para a Didática das Ciências e para a formação de professores de Física. Neste ponto, McComas, Clogh e Almazroa (2002) indagam: *quais conhecimentos da NdC poderiam ser incorporados no currículo e no discurso em sala de aula?*

Neste ponto, Martins (2015) sinaliza que “uma concepção mais adequada da temática NdC nos currículos de Ciências deveria partir de uma perspectiva mais aberta, plural e heterogênea”. Nesta direção, o autor propõe que um currículo em espiral, no qual a NdC perpassa diferentes disciplinas, poderá tornar-se atrativo.

Concordamos com o autor, pois mesmo com as semelhanças entre as diferentes disciplinas científicas, elas apresentam particularidades entre si. Desta forma, é possível notar algumas sutilezas existentes entre disciplinas como, por exemplo, a Física, a Química e a Biologia, principalmente quando levamos em consideração aspectos inerentes à Sociologia da Ciência. Tais sutilezas tornam-se até mais fortes quando saímos das Ciências da Natureza e vamos para as Ciências Sociais.

Portanto, uma ideia de ensino de uma única NdC transfigura-se em movimento antinatural. Assim, neste ensaio, vamos de encontro a uma perspectiva de visão global da NdC e ao encontro de uma visão mais holística da mesma, principalmente no ensino de Física.

Não obstante, como ressalta Martins (2015), nenhum currículo que contemple a NdC tende a figurar no ensino de Física caso os professores da disciplina não estejam aptos para o seu ensino e, principalmente, que considerem a temática relevante. Consequentemente, como sugere o autor citado, caso os currículos que adotem a NdC como temática não estejam entrelaçados com a formação de professores e com os exames/avaliações, qualquer empreitada nesta direção torna-se complexa e infrutífera.

## **RELAÇÕES ENTRE O ENSINO DE FÍSICA E OS CONTEÚDOS METACIENTÍFICOS**

Não é de hoje que o ensino de conteúdos metacientíficos é concatenado ao ensino da História da Ciência, de uma forma geral, e da Física, de forma específica. Desse modo, é possível encontrar na bibliografia especializada, como, por exemplo, dissertações (Moura, 2008; Silva, 2010; Monteiro, 2014) e teses (Forato, 2009; Moura, 2012) que buscam discutir formas de ensino de conteúdos metacientíficos, usando como pano de fundo episódios da História da Física.

Por exemplo, Silva (2010), na sua dissertação de mestrado, a partir do estudo da controvérsia existente entre a natureza da luz, desenvolveu um estudo histórico de modelos explicativos de alguns fenômenos ópticos, principalmente nos séculos XVII e XVIII, com o objetivo primário de ensinar conceitos ópticos e secundário de ensinar conteúdos metacientíficos. Um dos principais resultados da empreitada, segundo o pesquisador, foi uma melhor compreensão de fenômenos ópticos e de alguns aspectos da NdC que puderam ser destacados no episódio histórico discutido com estudantes do Ensino Médio.

Monteiro (2014), também na sua dissertação de mestrado, tomando como ponto de partida a História da Inércia, elaborou uma sequência didática com o intuito de ensinar o conceito de inércia e aspectos da NdC para estudantes do curso de Geofísica e licenciatura em Física em uma universidade pública. Um dos principais dados da pesquisadora diz respeito a uma melhor compreensão do conceito de Inércia, como também uma aproximação, de alguns estudantes, de uma compreensão mais adequada de aspectos da NdC.

Forato (2009), em sua tese de doutorado, busca argumentos para a defesa da NdC como saber escolar. Valendo-se de uma sequência de textos sobre a História da luz, a pesquisadora

apresenta uma série de dificuldades inerentes ao processo de tentativa de inserção da História da Ciência na sala de aula.

Ainda, na bibliografia especializada, em forma de artigos, é possível encontrar também diversas possibilidades de ensino de conteúdos metacientíficos, como, por exemplo, na forma de textos paradidáticos (cf: Santos et al (2017)), júri simulado (cf: Guerra; Reis e Braga (2002); Silva e Martins (2009)) e peças de teatro (cf: Braga e Medina (2010); Baldow e Filho (2016)), dentre outras. Neste sentido, artigos, dissertações e teses buscam formas de alcançar melhorias no ensino de conteúdos da Física e conteúdos metacientíficos.

Algumas investigações, em forma de artigos científicos, principalmente no contexto brasileiro, enfocam experiências didáticas do uso da História da Física para o ensino de conteúdos metacientíficos em forma de sequências didáticas ou unidades didáticas.

Fonseca et al (2017) apresentam uma proposta de natureza histórico-filosófica, com objetivo de trazer possibilidades ao ensino tanto do conceito de pressão atmosférica como de discussões sobre a natureza do conhecimento científico na Educação Básica.

Silva e Martins (2010) discutem sobre o processo de construção, aplicação e análise de uma unidade didática que propõe a introdução de elementos da História e da Filosofia da Ciência no Ensino Médio como subsídios à aprendizagem de conceitos da óptica, de forma geral, e de aspectos relativos à natureza da ciência, de forma específica.

Silveira et al (2010), no artigo intitulado "Natureza da ciência numa sequência didática: Aristóteles, Galileu e o movimento relativo", através de atividades de leitura, elaboração de cartazes e encenação apresentam tanto a parte conceitual quanto histórica sobre movimento relativo, buscando ensinar conteúdos de e sobre a Ciência.

Silva, Forato e Gomes (2013), a partir de um estudo histórico, ilustram um exemplo de como problematizar tanto a concepção de que ciência progride linearmente quanto a existência de verdades finais, possibilitando, inclusive, a percepção dos fatores que interferem na construção da Ciência e como as observações são influenciadas teoricamente. No próximo tópico, mostramos as implicações destas discussões para o ensino de Física.

## **IMPLICAÇÕES AO ENSINO DE FÍSICA**

Como já ressaltado por Martins (2015), nenhum currículo que contemple a NdC tende a figurar no ensino de Física caso os professores não estejam aptos para o seu ensino.

As variações de investigações e propostas apresentadas neste ensaio vão ao encontro do argumento de Acevedo (2009), quando sugere que a incorporação da História da Ciência no ensino de Ciências (no nosso caso, ensino de Física) pode gerar melhorias na compreensão da NdC.

Para o autor acima, é possível que os estudantes percebam aspectos da NdC nos episódios históricos. Nesse sentido, McComas (2013) apresenta uma proposta de classificação dos vários usos da História da Ciência para o ensino de conteúdos metacientíficos, por exemplo:

1. Interações em primeira mão com trabalhos originais;
2. Estudos de caso, narrativas e outras discussões semelhantes da história da Ciência;
3. Biografia e autobiografias dos cientistas e de suas descobertas;
4. Apresentações de algum aspecto da história da Ciência por meio de livros;
5. Atividades de dramatização e outras atividades relacionadas sobre personagens históricos;

6. Trechos em livro-texto relacionados à história da Ciência;

7. Reproduções de experimentos e outras abordagens práticas para o engajamento com alguns aspectos históricos da Ciência.

Assim, de um lado, compreendemos que não é uma tarefa tão árdua para especialistas da área encontrar trabalhos na bibliografia especializada, os quais, de uma forma ou de outra, vão ao encontro da tipologia de McComas. Do outro lado, a questão da capacitação dos futuros professores de Física para o mapeamento, seleção, reflexão e uso adequado destas propostas devem pautar as preocupações dos seus cursos de formação.

Abd-El-Khalick e Lederman (2000) reforçam a importância de um maior suporte na formação dos professores e elaboração de reformas curriculares para a mudança do cenário. Assim, baseando-se nos seus próprios estudos, elas argumentam que intervenções curtas, traduzidas em cursos de poucas horas, tanto na formação inicial como continuada de professores, é um fator preocupante, pois, geralmente, a infinidade de objetivos atrelados a estas intervenções dificilmente poderão ser alcançados.

Os autores acima também chamam a atenção para problemas que podem ser gerados pela falta de conhecimentos pedagógicos de como inserir os conteúdos metacientíficos, tomando a História da Ciência como norte.

Concordamos com Abd-El-Khalick e Lederman (2000), quando sugerem que além de uma melhor compreensão da NdC, os professores de Física precisam também de conhecimentos pedagógicos do conteúdo de tópicos da NdC, que se refletem em um arcabouço de exemplos, demonstrações, metodologias e conhecimentos de episódios históricos, os quais podem facilitar a estruturação de atividades para seus alunos.

Neste sentido, McComas (2013) vai ao encontro dos argumentos de Abd-El-Khalick e Lederman (2000), no que diz respeito à atualização dos cursos de formação de professores. Para os autores, a inclusão da História da Ciência deve favorecer a promoção do conhecimento pedagógico do conteúdo dos professores<sup>1</sup>.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste ensaio, buscamos mapear algumas das principais discussões existentes na bibliografia especializada sobre possíveis relações entre NdC e seu ensino e aprendizagem. Assim, embora as pesquisas relacionadas à NdC, especialmente no ensino de Física, tenham seu início por volta de 1990, principalmente com o mapeamento das concepções de ciências de professores, alunos e população não escolarizada, algumas perguntas ainda são incertas, com destaque às relacionadas ao "como" ensinar conteúdos metacientíficos em aulas de Física.

Uma das principais saídas para sanar estas preocupações, conforme abordamos neste ensaio, vem sendo a inserção de discussões históricas como pano de fundo para a inserção de questões epistemológicas e sociológicas nas aulas de Física.

Ainda que algumas pesquisas já versem sobre o processo de transposição didática de fontes primárias e secundárias de textos de História da Ciência para fins didáticos nas aulas de Física (por exemplo: Silva (2010); Silva e Martins (2010) e Moura (2012)), mostrando caminhos menos tortuosos para os (futuros) professores de Física que pretendam inserir esta ferramenta didática

---

<sup>1</sup>Não é objetivo de este trabalho discutir sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo de professores de Física em relação à NdC. Para maiores esclarecimentos deste tema, sugerimos a leitura de Silva e Martins (2018).

em suas aulas, defendemos que compreender o pensamento do professor, desde o processo de aquisição de conteúdos metacientíficos (seja por intermédio de estudos históricos e/ou epistemológicos e sociológicos e as ferramentas pedagógicas utilizadas por eles para a transformação de saberes sobre a Ciência em conteúdos assimiláveis para a Educação Básica) deveria permear, também, as preocupações da literatura e dos cursos de formação inicial e continuada de professores de Física.

Neste sentido, concordamos com Silva e Martins (2018; 2019), que apontam a noção de conhecimento pedagógico do conteúdo como uma proposta de compreensão de como os professores de Física inserem conteúdos metacientíficos nas aulas de Física, dando suporte para a compreensão de como os futuros professores pensam ao elaborar tais atividades.

Assim, compreender como se desenvolve o conhecimento pedagógico do conteúdo, referente à temática NdC, principalmente quando os professores utilizam a História da Física como pano de fundo, pode acenar aos diferentes problemas, dilemas e dificuldades que os (futuros) professores de Ciências/Física se deparam ao propor, aplicar e avaliar estratégias didáticas com o intuito de ensinar conteúdos metacientíficos nas aulas de Física. Por fim, neste ensaio, incentivamos que esse caminho pode se tornar frutífero para as pesquisas que buscam as relações entre a NdC e seu ensino.

## REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. The influence of history of science courses on students' views of nature of science. **Journal of research in science teaching**, v. 37, n. 10, p. 1057-1095, 2000.
- ACEVEDO, J. A. D. Enfoques explícitos versus implícitos em laenseñanza de la naturaleza de la ciência. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de lasCiencias.**, vol. 6, n.3, p.355-386, 2009.
- ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, Á.; MARTÍN, M.; OLIVA, J. M.; ACEVEDO, P., PAIXÃO, F.; MANASSERO, M. A. Natureza de la ciencia y educación científica para laparticipación ciudadana. Una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de lasCiencias.**v. 2, n. 2, p 121-140, 2005.
- ADÚRIZ-BRAVO, A. **Uma introducción a la naturaleza de la ciencia:** La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. 1ªed. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 104p, 2005.
- BAGDONAS, A; SILVA, C. C. Controvérsias sobre a natureza da ciência na educação científica. In: SILVA, C. C. (Org); PRESTES, M. E. B. (Org). **Aprendendo ciência e sobre sua natureza:** abordagens históricas e filosóficas. São Carlos: Tipographia, p. 213-224, 2013.
- BALDOW, R.; FILHO, J. B. B. A Peça didática de Brecht como instrumento de divulgação científica: o caso Galileu. **Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)**, v.11, n.3, p.86-117, 2016.
- BRAGA, M. A. B.; MEDINA, M. N. O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 313-333, 2010.
- CLOUGH, M. P. Teaching the nature of science to secondary and post-secondary students: Questions rather than tenets. In: **The PantanetoForum**. 2007. p. 31-40.

\_\_\_\_\_. Teaching and assessing the nature of science: How to effectively incorporate the nature of science in your classroom. **The Science Teacher**, v. 78, n. 6, p. 56, 2011.

FONSECA, D. S.; DRUMMOND, J. M. H. F.; OLIVEIRA, W. C.; BATISTA, G. L. F.; FREITAS, D. B. Pressão atmosférica e natureza da ciência: uma sequência didática englobando fontes primárias. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 64-108, 2017.

FORATO, T. C. M. **A Natureza da Ciência como saber escolar: um estudo caso a partir da história da luz**. 2009. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Educação da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GIL, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. Um Julgamento no Ensino médio - Uma estratégia para Trabalhar a Ciência sob Enfoque Histórico-filosófico. **Física na Escola**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 8-11, 2002.

HARRES, B. S. **Concepções de professores sobre a natureza da ciência**. 1999. Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

HIND, A.; LEACH, J.; RYDER, J. Teaching about the nature of scientific knowledge and investigation on AS/A level science courses. **Leeds: Centre for Studies in Science and Mathematics Education**, 2001.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. São Paulo: Editora Cortez, 2010.

IRZIK, G; NOLA, R.A family resemblance approach to the Nature of Science for Science Education. **Science Education**, v.20, n.7, p.591-607, 2011.

LEDERMAN, N. G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v.29, n.4, p. 331-359, 1992.

\_\_\_\_\_. Nature of Science: past, present and future. In: Abell, S.K (Org); Lederman, N.G (Org). **Handbook of research of Science Education**. Mahwal: Lawrence Erlball Associates, p.881-880, 2007.

MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em "temas" e "questões". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015.

MARTINS, A. F. P; RYDER, J. Há realmente um consenso acerca da Natureza da Ciência no Ensino de Ciências. **Anais...** In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Maresias, p.1-9, 2014.

McCOMAS, W. F. The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In: **The nature of science in science education: rationales and strategies**. Springer Netherlands, 2002. p. 53-70.

\_\_\_\_\_. Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da História da Ciência na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento. In: SILVA, C. C. (Org); PRESTES, M. E. B. (Org). **Aprendendo ciência e sobre sua natureza**: abordagens históricas e filosóficas. São Carlos: Tipographia, p. 425-448, 2013.

McCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P.; ALMAZROA, H. The role and character of the nature of science in science education. In: **The nature of science in science education: rationales and strategies**. Springer Netherlands, 2002. p. 3-39.

McCOMAS, W. F.; OLSON, J. K. The nature of science in international science education standards documents. In: **The nature of science in science education: rationales and strategies**. Springer Netherlands, 2002. p. 41-52.

MONTEIRO, M. M. **Inércia e Natureza da Ciência no Ensino de Física**: uma sequência didática centrada no desenvolvimento histórico do conceito de inércia. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MOURA, B. A. **A aceitação da óptica newtoniana no século XVIII**: subsídios para discutir a Natureza da Ciência do Ensino. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.

\_\_\_\_\_. **Formação crítico-transformadora de professores de Física**: uma proposta a partir da História da Ciência. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

\_\_\_\_\_. 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, 2014.

PEREIRA, G. J. S. A.; MARTINS, A. F. P. A inserção de disciplinas de conteúdo histórico-filosófico no currículo dos cursos de licenciatura em Física e em Química da UFRN: uma análise comparativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, p. 229-258, 2011.

PENA, F. L. A.; TEIXEIRA, E. S. Visões sobre a Natureza da Ciência que orientam as pesquisas empíricas sobre o uso da História e Filosofia da Ciência em Disciplinas da Graduação em Física. In: XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Maresias, São Paulo, **Anais...**, p.1-8, 2014.

RODRÍGUEZ, R. Y. A.; ADURIZ-BRAVO, A. Natureza de la Ciencia: acuerdos teóricos em la comunidad iberoamericana de Didáctica de las Ciencias. In: SILVA, C. C. (Org); PRESTES, M. E. B. (Org). **Aprendendo ciência e sobre sua natureza**: abordagens históricas e filosóficas. São Carlos: Tipografia, p. 213-224, 2013.

SANTOS, M. L.; SILVA, B. V. C.; CARVALHO, H. R.; NASCIMENTO, L. A. A Natureza da Ciência no Ensino Fundamental: Por que não? **Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)**, v.1, p.1-31, 2017.

SILVA, B. V. C. **Controvérsias sobre a natureza da luz**: uma aplicação didática. 2010. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

\_\_\_\_\_. **O desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo referente à temática Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física**. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

\_\_\_\_\_. A história e filosofia da ciência na formação dos professores: um estudo no curso de física da UFPI. **Revista Ciências & Ideias**, v. 1, p. 39-50, 2014.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. Júri simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica. **A Física na Escola**, v. 10, n. 1, p. 17-20, 2009.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. A natureza da luz e o ensino da óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)**, v. 5, p. 71-91, 2010.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática Natureza da Ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 389-413, 2018.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. O conhecimento pedagógico do conteúdo referente ao tema Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 36, n. 3, p. 735-768, 2019.

SILVA; A. P. B.; FORATO, T. C. M.; GOMES, J. L. A. M. C. Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p. 492-537, 2013.

SILVEIRA, A. F.; ATAIDE, A. R. P.; SILVA, A. P. B.; FREIRE, M. L. F. Natureza da ciência numa sequência didática: Aristóteles, Galileu e o movimento relativo. **Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)**, v. 5, p. 57-66, 2010.



Revista  
Ciências & Ideias