

A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO E A EPISTEMOLOGIA DE THOMAS KUHN

THE NATURE OF SCIENCE IN TEACHING AND THE EPISTEMOLOGY OF THOMAS KUHN

Italo Zanatelli Costa Lima¹ 

Wagner Lannes² 

Resumo

Um dos objetivos do Ensino de Ciências atualmente é construir maneiras que facilitem a aprendizagem sobre a Natureza da Ciência. Criado para facilitar a inclusão da Natureza da Ciência no ensino, a Visão Consensual da Natureza da Ciência é composta por diversas listas de aspectos presentes na construção do conhecimento científico com o objetivo de servir como o mínimo do que os estudantes deveriam saber sobre a ciência. Pesquisas apontam que para a aprendizagem eficaz destes aspectos, o professor deve utilizar de uma abordagem explícita-reflexiva, no qual não somente apresenta os aspectos de maneira direta, mas faz com que os estudantes reflitam sobre eles. Este artigo tem como objetivo apresentar uma relação clara entre aspectos da Natureza da Ciência e a epistemologia de Thomas Kuhn, considerada uma das obras mais influentes da Filosofia da Ciência no século XX. Os conceitos kuhnianos podem servir como referencial teórico para a apresentação das características da ciência, além da geração de questões para discussão. A relação proposta neste artigo possui implicações para o ensino e formação de professores, visto a necessidade de substituir concepções ingênuas sobre a ciência, que são transmitidas para os estudantes por meio das práticas educativas, por aspectos mais informados.

Palavras-Chave: Natureza da Ciência. Ensino de Ciências. Thomas Kuhn.

Abstract

One of the goals of Science Teaching today is to build ways that facilitate learning about the Nature of Science. Created to facilitate the inclusion of the Nature of Science in teaching, the Consensual View of the Nature of Science is composed of several lists of aspects present in the construction of scientific knowledge with the objective of serving as the minimum of what students should know about science. Research indicates that for the effective learning of these aspects, the teacher must use an explicit-reflective approach, in which he not only presents the aspects directly, but makes the students reflect on them. This article aims to present a clear relationship between aspects of the Nature of Science and the epistemology of Thomas Kuhn, considered one of the most influential works of the Philosophy of Science in the 20th century. Kuhnian concepts can serve as a theoretical framework for presenting the characteristics of science, in addition to generating questions for discussion. The relationship proposed in this article has implications for teaching and teacher training, given the need to replace naive conceptions about science, which are transmitted to students through educational practices, with more informed aspects.

Key-words: Nature of Science. Science Teaching. Thomas Kuhn.

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

² Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Introdução

É suficientemente descrito na literatura especializada que o ensino de ciências deve se propor ir além dos conteúdos, trabalhando também questões como a definição de ciência, como ela é feita, quem a produz, qual é a sua influência e etc. Este fato pode ser observado nas atualizações ocorridas em currículos de diversos países no final do século XX (MATTHEWS, 1995; McCOMAS, 1998; LEDERMAN, 2006).

Vale destacar, dentre as atualizações de currículos brasileiros, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no qual apresenta a inclusão de discussões a respeito das características que formam a construção do conhecimento científico, como seus procedimentos metodológicos, sua estreita relação com o meio social (cultura, política, economia, religião e etc.) e o uso de fatores subjetivos (BRASIL, 2018). Compreender com mais profundidade estas questões passa por compreender o que se denomina Natureza da Ciência (NdC).

Inserir a NdC no ensino não depende de um consenso na sua real definição, pois não seria viável propor que alunos estejam imersos na argumentação complexa dos filósofos da ciência (MATHEWS, 1998; MC-COMAS; CLOUGH; ALMAZROA, 1998b; LEDERMAM, 2006). Além disso, há características do conhecimento científico, definidas como aspectos consensuais, que são aceitas pela maioria dos filósofos e historiadores do assunto, capazes de cumprir com os objetivos do ensino (MCCOMAS; CLOUGH; ALMAZROA, 1998b; LEDERMAM, 2006).

Forato; Pietrocola e Martins (2011) relatam o resultado de pesquisas de diversos autores que identificam visões equivocadas em relação a NdC presentes nas concepções da maioria dos professores, estes que reproduzem para seus alunos por meio de suas práticas educativas, se mostrando a necessidade da implementação de formas que contribuíssem para uma solução neste contexto. Além disso, é reconhecida a falta de trabalhos que tenham como objetivo a criação de novas formas de se abordar a NdC no ensino (SMITH; SCHARMANN, 2008).

Neste âmbito, há uma constante indicação de diversos autores para o uso da História e Filosofia da Ciência (HFC), pois ela é capaz de proporcionar “a compreensão da construção sócio histórica do conhecimento, da dimensão humana da ciência, e, especialmente, promover o entendimento de aspectos da NdC” (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011).

A epistemologia de Thomas Kuhn pode se transformar em uma rica fonte de aprendizagem, no qual possui implicações como: comparações entre a História da Ciência e a concepção de jovens sobre fenômenos físicos; inspiração para a criação de novas metodologias ao usar de suas ideias para o esclarecimento sobre a dinâmica da mudança conceitual; e problematizar as concepções ingênuas em relação a NdC que são transmitidas para os estudantes (OSTERMANN, 1996).

Este artigo seguirá esta última implicação, tendo como objetivo propor uma relação entre as ideias de Kuhn (1998) apresentadas no livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* (KUHN, 1998) e os aspectos considerados mais informados em relação à NdC. Essa relação servirá como base para que professores dos cursos de licenciatura responsáveis por disciplinas que abordam a História da Ciência possam discutir a respeito da ciência no contexto kuhniano, mais especificamente a respeito das concepções dos licenciandos sobre como ocorre o desenvolvimento científico, para que possam problematizar visões consideradas ingênuas e refletir sobre os aspectos considerados mais informados da NdC.

Para esta relação serão usados os aspectos destacados por Moura (2014) presente nas listas que seguem a chamada “Visão Consensual da Natureza da Ciência”, que tem como prioridade uma abordagem mais geral da NdC, no qual contribui para o aprofundamento posterior em assuntos mais específicos referente ao desenvolvimento científico (ABD-EL-KHALICK, 2012A; OSBORNE et al, 2003). Uma abordagem geral, mesmo que superficial se justifica pelo reconhecimento de que os estudantes já aprendem sobre a NdC, e que é melhor a apresentação de aspectos consensuais mais informados, mesmo que generalistas e provisórias, do que permanecer na transmissão de concepções ingênuas ou estereótipos (ABD-EL-KHALICK, 2012b).

Metodologia

Esta pesquisa é classificada como Teórica, no qual é “dedicada a reconstruir teoria, conceitos, idéias, ideologias, polêmicas, tendo em vista, em termos imediatos, aprimorar fundamentos teóricos” (Demo, 2000, p. 20). Dos procedimentos para este tipo de pesquisa, tem-se: o domínio da bibliografia fundamental alcançada por especialistas da área e a discussão crítica responsável por acrescentar novas perspectivas a partir de relações feitas entre as ideias já estabelecidas (DEMO, 1985).

Este artigo propõe uma relação entre duas áreas: a epistemologia de Thomas Kuhn e a NdC no Ensino de Ciências, mais especificamente os aspectos considerados mais informados que se repetem nas listas que seguem a chamada “Visão Consensual da Natureza da Ciência”. As ideias kuhnianas foram extraídas do livro “*A Estrutura das Revoluções Científicas*” (KUHN, 1998) e a temática “NdC no Ensino de Ciências” foi estudada a partir da bibliografia de autores considerados referência nesta linha de pesquisa.

Em buscas feitas em repositórios reconhecidos, como o Periodicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e a plataforma SciELO (Scientific Electronic Library Online), utilizando das palavras-chave “Natureza da Ciência”, “Ensino de Ciências” e “Thomas Kuhn”, junto ao operador booleano “AND” para alcançar trabalhos publicados nos

últimos 20 anos que tratam das temáticas juntas, não foi observada a presença de artigos que abordam esta relação, o que justifica esta pesquisa.

Levando em conta a necessidade de construir novas maneiras de gerar discussões sobre a NdC no ensino de ciências (MOURA, 2014) e a Teoria de Kuhn como uma frutífera fonte para a criação de novas estratégias didáticas que proporciona uma reflexão sobre a ciência (RAIČIK; ANGOTTI, 2019), a relação proposta neste artigo se mostra importante para a superação de concepções distorcidas da ciência que permeiam a visão de estudantes e professores (GIL-PÉREZ, 2001).

A Natureza da Ciência no Ensino De Ciências

Compreende-se a Natureza da Ciência como um domínio híbrido formado por diferentes áreas metacientíficas, como a história, filosofia, sociologia e psicologia da ciência que buscam descrever o que é a ciência, destacando tanto fatores internos quanto externos que influenciam na construção do conhecimento científico (MC-COMAS; CLOUGH; ALMAZROA, 1998a).

Abd-El-Khalick e Lederman (2000a) relatam as compreensões sobre a NdC ao longo de todo o século XX, que foram influenciadas pelas grandes áreas de pesquisa: Filosofia, Sociologia, Psicologia e História da Ciência. De acordo com estes autores, pode-se dividir este século em duas partes, onde a separação se encontra em 1962, na publicação da primeira edição do livro “*A Estrutura das Revoluções Científicas*”, de Thomas Kuhn (1998), no qual influenciou de forma significativa na compreensão do que se denominava “Natureza da Ciência”.

Apesar das ideias de Kuhn não serem inéditas no contexto da filosofia da ciência do século XX - como pode ser observado, por exemplo, em “*Gênese e desenvolvimento de um fato científico*”, publicado em 1935, de Ludwig Fleck (2010), que o próprio Kuhn (1998, p. 11) cita no prefácio de seu livro - o caráter interdisciplinar da sua obra (CUPANI, 2013 apud COSTA, 2019) e a consonância com pontos de vista filosóficos do início da década de 60 (HOYNINGEN-HUENE, 2013 apud COSTA, 2019) contribuíram para que esta cativasse um número maior de leitores, sendo considerada uma das mais influentes de sua época. Depois da publicação da obra de Kuhn, elementos considerados, pelos filósofos tradicionais, “externos” à esfera da ciência foram incorporados na compreensão da produção do conhecimento científico, além de gerar uma preocupação em reconciliar as interpretações referente a ciência com a prática científica “real” (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000a, p. 667).

Gil-Pérez e colaboradores (2001) revelaram, como consenso, um conjunto de visões deformadas sobre a ciência que se repetiam em relação ao tema e a frequência, e que de tanto consolidadas se tornaram estereótipos estreitamente relacionados que geram desinteresse por parte

dos estudantes. Estes estereótipos são as visões: empírico-indutivista e atórica; rígida (algorítmica, exata, infalível, ...); apromblemática e ahistórica; exclusivamente analítica; acumulativa de crescimento linear; individualista e elitista; e socialmente neutra da ciência (GIL-PÉREZ et al, 2001).

Estudos sobre estas concepções revelam que, ao tentar superá-las, nos aproximamos de uma “imagem adequada da NdC”, que não significa ser uma descrição única de como ocorre a construção do conhecimento científico (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007). Com intuito de tentar agrupar os aspectos considerados consensuais em relação a NdC, pesquisadores criaram diferentes listas com o objetivo educacional de abordar esta temática, utilizando a chamada Visão Consensual da Natureza da Ciência (por exemplo, Lederman e colaboradores (2002, 2014), Mc-Comas e colaboradores (1998b), Pumfrey (1991), Smith e Scharmann (1999), etc.).

A Visão Consensual foi concretizada na década de 90 e pode ser definida como “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” (MARTINS, 2015, p. 706). Por meio de uma revisão de literatura sobre diferentes compreensões em relação a NdC, Moura (2014) sinaliza cinco tópicos presentes ao analisar diferentes listas que seguem a Visão Consensual da Natureza da Ciência, são eles:

- ✓ A Ciência é mutável, dinâmica e tem como objetivo a busca de explicações para os fenômenos naturais;
- ✓ Não existe um método científico universal;
- ✓ A teoria não é consequência somente da observação/experimento e vice-versa;
- ✓ A Ciência é influenciada pelo contexto social, cultural, político, etc., no qual ela é construída;
- ✓ Os cientistas utilizam imaginação, crenças pessoais, influências externas, entre outros, para fazer Ciência.

Dentre os trabalhos que buscam justificar a implementação desta temática no ensino de ciências, Driver e colaboradores (1996) relatam os motivos do ensino de ciências ser prioridade em diferentes países, sendo um destes motivos a necessidade da promoção de uma alfabetização científica mínima na maioria das pessoas. Para isso, foram estudadas as justificativas de se ter indivíduos alfabetizados cientificamente na sociedade e como o ensino da NdC pode contribuir para que isso ocorra, fazendo assim uma ligação direta entre aprendizagem da Natureza da Ciência e a promoção da alfabetização científica (DRIVER et al, 1996).

Driver e colaboradores (1996) também advogam pela inclusão da NdC no ensino de ciências por meio de cinco argumentos principais observados na literatura especializada. Para estes autores, a aprendizagem da NdC faz com que as pessoas: sejam capazes de gerenciar os objetos e

processos tecnológicos que encontram no dia-a-dia, envolvendo também a assimilação de notícias científicas de diferentes fontes e a confiança em especialistas; apreciem a ciência como um elemento importante da cultura contemporânea, sendo um exemplo a discussão sobre o direcionamento de altas verbas para a pesquisa científica; tomem decisões mais informadas acerca de questões sociocientíficas, locais e nacionais, como políticas energéticas, ambientais e de saúde pública; compreendam os valores e normas da comunidade científica, como o respeito a ideias contrárias, desde que sejam bem argumentadas; aprendam sobre conteúdos científicos com maior facilidade (DRIVER et al, 1996).

Apesar de bem construídos, estes argumentos possuem, em sua maior parte, uma base teórica que necessita de pesquisas que tragam dados empíricos como suporte (LEDERMAN, 2006), ainda que esta base teórica já se mostra suficiente para incentivar discussões sobre a inclusão da Natureza da Ciência no Ensino de Ciências (MC-COMAS, 2013). Lederman (2006) ainda salienta sobre o foco das pesquisas em querer expandir o número de estudantes e professores que tenham uma boa compreensão da NdC, para assim ser possível verificar se os argumentos cumpriram seu papel.

As justificativas para a inclusão da NdC no Ensino de Ciências estão de acordo com os objetivos propostos por documentos parametrizadores do ensino no Brasil. Atualmente, o documento que legisla a educação nacional é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), publicada em 2018, que se propõe a “discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (BRASIL, 2018, p. 549). Neste documento, pode-se destacar as competências específicas apresentadas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o ensino médio, que se relacionam, direta ou indiretamente, a questões sobre a NdC (BRASIL, 2018).

Uma compreensão considerada adequada pela grande literatura em relação à Natureza da Ciência não, necessariamente, proporciona uma aprendizagem adequada sobre a NdC, pois esta aprendizagem também depende de fatores pedagógicos. Mas, antes de focar nesta variável, o fator essencial é que os professores estejam seguros quanto às suas concepções em relação à NdC, para que se possa alcançar um objetivo satisfatório na construção destas concepções por parte dos alunos (ABD-EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000a, p. 670).

Em um trabalho de análise das disciplinas específicas sobre a HFC nos cursos de formação de professores, Abd-El-khalick e Lederman (2000b) relatam que somente a existência da disciplina não influencia para uma melhora significativa nas concepções sobre a NdC dos futuros professores, mas o tipo de abordagem escolhido pelo(a) professor(a), sendo esta a discussão explícita de

aspectos específicos que compõe a NdC, que resulta no aumento da eficácia em relação a aprimoração destes aspectos por parte dos licenciandos.

Acevedo (2009) cita duas abordagens para a inclusão da NdC no ensino de ciências, cujo apoio é observado em reformas de ensino de ciências de diversos países e, por várias décadas, na literatura sobre o assunto. Estas abordagens são classificadas como: implícita e explícita-reflexiva. A primeira abordagem (implícita) indica que os alunos podem desenvolver o conhecimento sobre aspectos da NdC por meio de atividades de investigação científica, que se relacionam às práticas científicas, sem recorrer, de forma explícita, aos conceitos de NdC. Esta abordagem se mostra pouco eficaz ao analisar resultados de pesquisas, que expõe ser improvável a aprendizagem daquilo que não foi intencionado como objetivo (ACEVEDO, 2009).

Já para a segunda abordagem (explícita-reflexiva), Acevedo (2009) afirma ser mais eficaz ao não somente expor, de forma direta, aspectos da NdC, mas fazer com que os alunos reflitam sobre eles. Uma forma eficiente para abordar estes aspectos é por meio de uma contextualização, esta proporcionada pelo uso de História e Filosofia da Ciência no ensino (ACEVEDO, 2009). Entende-se que é inevitável em algum momento o uso de HFC, pois compreender o dinamismo da ciência, sua vinculação com os acontecimentos sociais, a influência de fatores culturais em sua produção requer necessariamente voltar a sua história.

A Epistemologia de Thomas Kuhn

Ao contrário da abordagem dominante até então, Thomas Kuhn não impõe critérios rígidos para definir o que é e não é ciência, responsáveis por um distanciamento entre as áreas que tratam das razões lógicas e dos fatores externos envolvidos na construção do conhecimento científico. Sua epistemologia aproxima estas duas áreas ao tratar a História da Ciência não como uma mera fonte de exemplos comprovadores ou refutadores de ideias, mas como um autêntico campo de pesquisa. Com isso, nas explicações para as características e causas dos períodos monótonos e episódios revolucionários da ciência, conceitos que serão explicados mais adiante, Kuhn destaca o importante papel da influência de fatores psicossociais (OLIVA, 1994).

A ciência, para Kuhn (1998), é constituída na superação de uma disputa de visões de mundo, na qual há a apresentação de vários meios que procuram alcançar o conhecimento, sendo o meio vencedor aquele reconhecido pela comunidade científica que faz parte. A escolha de uma visão não é um processo estritamente lógico-racional, pois envolve também fatores subjetivos como a necessidade de um grau de persuasão que influencia nos debates para a sua aceitação (KUHN, 1998, p. 37-38).

A fase de disputa, antes desorganizada, agora é substituída por uma unidade regida pelo chamado **paradigma**, responsável por guiar a comunidade em quais serão os problemas legítimos que deverão resolver, assim como quais serão as soluções adequadas (KUHN, 1998, p. 13). Logo, o método dos cientistas é dependente do paradigma vencedor, que possui seu próprio contexto problemático (KUHN, 1998, p. 30), e não o contrário, desconsiderando a existência de um método científico universal. Imersos no mesmo paradigma, os cientistas compartilham do mesmo método, com suas regras, padrões, técnicas e valores para a prática científica, responsável por justificar a relevância de fatos, destacando aqueles compatíveis com os seus pressupostos explicativos (KUHN, 1998, p. 60).

O sistema educacional, no contexto de um paradigma, influencia também no pensamento de futuros cientistas, no qual são conduzidos, acriticamente, a se dedicarem somente na visão dominante pré-estabelecida, descartando a possibilidade de outra perspectiva (KUHN, 1998, p. 72-73). Este período cumulativo de conhecimento, chamado de **ciência normal**, ao mesmo tempo que abandona o discurso crítico, conduz a comunidade a um grande aprofundamento em suas próprias questões, alcançando um nível de detalhamento que não seria possível, se não fosse a imersão inquestionável dos cientistas (KUHN, 1998, p. 91).

Esta característica da ciência normal contribui para o aparecimento ou descoberta de **anomalias** que não se encaixam nos pressupostos explicativos do atual paradigma (KUHN, 1998, p. 91-92). Muitas vezes, a anomalia já nasce com o paradigma, mas esta é subestimada pela própria comunidade científica, atribuindo a responsabilidade à incompetência dos cientistas, que ainda não conseguiram enxergar um modo que o paradigma explique a anomalia (KUHN, 1998, p. 58). O problema da anomalia se torna relevante não só por influência de elementos internos da comunidade científica, mas também por fatores externos, no qual o contexto sociocultural da comunidade necessita de uma explicação, mesmo que seja por meio de outro paradigma (KUHN, 1998, p. 15).

Dos processos internos, quando a anomalia persiste por muito tempo, os próprios cientistas, depois de incansavelmente usar das práticas habituais sem sucesso, passam a buscar métodos alternativos, impulsionando a criação de novas visões e debates que questionam a estrutura do atual paradigma (KUHN, 1998, p. 114). Neste período de **crise**, chamado de pesquisa revolucionária, também se apresenta uma desorganização, mas, diferente da pré-ciência, ou período pré-paradigmático, esta tem menos intensidade, já que neste contexto existe um paradigma dominante que possui chances de resolver o problema (KUHN, 1998, p.115).

Se os métodos habituais não conseguem lidar com a anomalia, esta é deixada de lado para as futuras gerações resolverem. No entanto, a criação de novos métodos viáveis para a solução faz

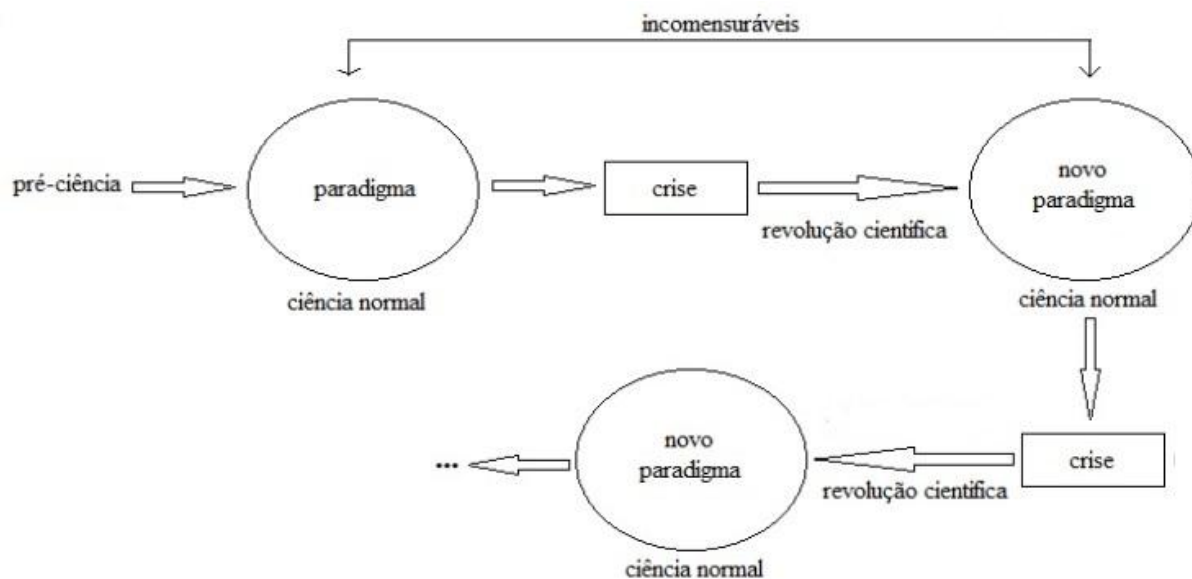
surgir uma batalha pela aceitação de um novo paradigma (KUHN, 1998, p. 116). Nesta fase, diferentes grupos estão imersos na resolução de um mesmo problema, mas tratando de predições diferentes para resolvê-lo. Este fato resulta em um fracasso na tentativa de uma convergência entre os pontos de vistas entre paradigmas, se tratando do que Kuhn (1998, p. 188) denomina: incomensurabilidade de paradigma.

Diferente da ciência normal, que existe acumulação de conhecimento, a substituição de paradigmas não é cumulativa, pois há grande transformação no entendimento dos cientistas, caracterizada pelo descarte de elementos e construção de novas relações organizadas em uma nova estrutura. A mudança de paradigma não se resume a uma troca de teoria, e sim uma modificação no contexto problemático dos cientistas, no qual interfere nos métodos, técnicas, valores e padrões que irão seguir. A descontinuidade significativa caracteriza a chamada **revolução científica**, que se denomina os episódios de desenvolvimento não-cumulativo, em que um paradigma é, total ou parcialmente, substituído por outro (KUHN, 1998, p. 125).

Sendo o paradigma vinculado à visão de mundo dos cientistas, para Kuhn (1978), a escolha de um novo paradigma usando de razões lógicas (provas) é impossível, visto que a argumentação proposta por cada paradigma carrega consigo predições particulares que caracterizam sua incomensurabilidade. Como não há um método científico universal como parâmetro para interferir no debate, a escolha, assim como na fase da pré-ciência, se dá pela persuasão, no qual é influenciada por elementos até então considerados fora do contexto científico (KUHN, 1998, p. 245-246).

De forma resumida, como pode ser observado na Figura 1, o desenvolvimento do conhecimento científico consiste em uma sequência de episódios de ciência normal, composta por pesquisadores que se adequaram a um paradigma, no qual são interrompidas por revoluções científicas consequentes de crises neste paradigma vigente.

Figura 1: Esquema representativo de como ocorre o desenvolvimento científico na visão de Thomas Kuhn.



FONTE: Próprio autor.

A epistemologia de Kuhn apresentada no livro “A Estrutura das Revoluções Científicas”, após publicação em 1962, sofreu duras críticas por autores como Popper e Lakatos, principalmente em relação a definição de termos como “revolução científica” e “incomensurabilidade”, além das causas atribuídas a como se procede a escolha de um paradigma (MAGRO, 2012).

Ao tratar a revolução científica como transformadora da visão de mundo dos cientistas, Kuhn (1998, p. 145, p. 157-158) sinaliza que o cientista que muda de paradigma responde a um mundo diferente, visto que enfrenta problemas e obtém dados antes desconsiderados, pois sua forma de interpretar os fenômenos depende do paradigma. Logo, as explicações propostas por diferentes paradigmas se mostrariam incomparáveis (KUHN, 1998, p.146). Por esse motivo, Kuhn é taxado como relativista por alguns filósofos da ciência, como Popper, Lakatos e Laudan (MAGRO, 2012).

Já que a disputa entre as explicações de diferentes paradigmas não pode ser resolvida usando somente a lógica e a razão, a escolha se daria também por fatores subjetivos, desconsiderando critérios decisivos (KUHN, 1998, p. 229). Após críticas, Kuhn reformulou sua explicação apresentando cinco características para uma teoria: precisão preditiva, coerência interna e externa, abrangência, simplicidade e fecundidade. Estas características definiriam a escolha, no qual o grau de relevância para cada critério dependerá unicamente da interpretação de cada cientista (MAGRO, 2012).

A Filosofia de Kuhn para a Aprendizagem da Natureza da Ciência

As ideias kuhnianas se mostram uma importante base teórica para a aprendizagem da NdC, visto o paralelismo observado entre os fundamentos do modelo de Kuhn para o desenvolvimento científico e os aspectos considerados consensuais em relação a NdC. Como relatado, a própria publicação de “A Estrutura das Revoluções Científicas” influenciou de maneira significativa na compreensão predominante sobre a “Natureza da Ciência” no século XX (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000a).

Peduzzi e Raicik (2020) usaram da visão de distintos epistemólogos, incluindo Thomas Kuhn, para comentar algumas das asserções propostas sobre a NdC com o objetivo de contribuir para uma reflexão do tema. Tópicos, como o aspecto mutável da ciência, o envolvimento de fatores internos e externos a ciência na escolha de uma teoria científica e a influência do contexto social e de concepções individuais dos cientista na prática científica, foram comentados usando como referência conceitos kuhnianos, como a revolução científica, a incomensurabilidade e o uso de elementos sociais e psicológicos na escolha de um paradigma (PEDUZZI; RAICIK, 2020).

Considerando a maior eficácia da aprendizagem sobre a NdC utilizando da abordagem explícita-reflexiva (ACEVEDO, 2009), ao ensinar sobre a epistemologia de Kuhn, julga-se importante a apresentação dos aspectos da NdC observados nas listas que seguem a Visão Consensual da Natureza da Ciência, por constituírem a base do que o estudante precisa saber sobre o desenvolvimento do conhecimento científico (MARTINS, 2015). Os tópicos destacados por Moura (2014) que aparecem nessas listas podem ser compactados nos seguintes temas: a mutabilidade da ciência; a inexistência de um método científico definitivo; a relação entre a teoria e a observação; a influência do contexto sociocultural; e o uso da criatividade, imaginação e crenças pessoais na prática científica. Ao relacionar estes temas com a epistemologia de Thomas Kuhn, construiu-se o Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Relação entre os tópicos destacados por Moura (2014) nas listas que seguem a Visão Consensual da NdC e as ideias apresentadas por Kuhn (1998) sobre o desenvolvimento da ciência.

Tópicos destacados nas listas que seguem a Visão Consensual da Natureza da Ciência	Fundamentos da teoria kuhniana sobre o desenvolvimento do conhecimento científico
A mutabilidade da ciência	Apesar da característica cumulativa apresentada aos períodos de ciência normal que seguem um paradigma, a sua ruptura observada nos episódios de revolução científica descreve um conhecimento científico não definitivo. A própria concepção do rotineiro surgimento de anomalias propõe a ideia de que um paradigma nunca vai durar para sempre.
A inexistência de um método científico definitivo	A dependência do método pela escolha de um paradigma, com seu respectivo contexto problemático responsável por ditar as normas, valores, técnicas e etc. que deverão ser seguidos pelos cientistas, culmina no descarte de um método universal.
A relação entre teoria e observação	O fato de o paradigma ser responsável pelo modo que os cientistas irão interpretar os fenômenos estudados implica na não neutralidade da observação e coleta de dados, no qual depende de previsões teóricas.
A influência de fatores socioculturais	O contexto sociocultural da comunidade científica influencia tanto na adesão e permanência de um paradigma, por meio do sistema educacional parcial, quanto na geração de crises e criação de novos paradigmas que resolvam uma anomalia considerada relevante.
O uso da criatividade e crenças pessoais na prática científica	A convicção incontestável em um paradigma e a tentativa de salvá-lo incentiva a produção de formas e experimentos cada vez mais precisos e criativos. Esta criatividade e imaginação também pode ser observada na criação de paradigmas alternativos para resolver o problema de uma anomalia. A própria escolha de qual paradigma seguir envolve fatores relacionados a crenças pessoais dos cientistas.

FONTE: Próprio autor.

Em sala de aula, o(a) professor(a), já tendo segurança sobre a diferença entre concepções consideradas ingênuas (como as relatadas por Gil-Peréz (2001)) e mais informadas em relação a NdC, poderá usar do conteúdo sobre a epistemologia de Kuhn como meio para se debater sobre aspectos presentes na construção do conhecimento científico. Com o intuito de promover, não somente a abordagem explícita, mas uma autêntica reflexão sobre estes aspectos, sugerem-se algumas questões geradoras de discussão neste contexto, como:

- ✓ O fato da ciência normal ser um grande período cumulativo em relação a produção de conhecimento influencia na visão de ciência cumulativa e linear presente na maioria das pessoas?
- ✓ Até que ponto a existência de um método científico universal facilitaria a vida dos cientistas, considerando a sua interferência em elementos humanos, como a imaginação e criatividade?

- ✓ É possível citar momentos históricos conhecidos em que o contexto sociocultural da comunidade científica necessitava de uma solução urgente para uma anomalia?
- ✓ A noção de comunidade científica apresentada por Kuhn interfere na concepção ingênua do cientista gênio e solitário cujo trabalho por si só impacta drasticamente o conhecimento científico existente?
- ✓ Como a explicação para o surgimento de uma área científica proposta por Kuhn se relaciona ao pensamento ingênuo de que a ciência é uma forma de conhecimento superior?

São infinitas as possibilidades de questões que geram discussões sobre a NdC usando do modelo kuhniano, no qual fica aberto ao docente criar novas questões que considere pertinentes, relacionadas ao seu contexto em sala de aula. Além disso, existem outras ideias apresentadas no livro “A Estrutura das Revoluções Científicas”, como a noção de comunidade científica, que podem ser relacionadas com aspectos na NdC que não estão presentes nos tópicos destacados por Moura (2014).

Considerações Finais

Considera-se de extrema importância a pesquisa que propõe novas formas de abordar a NdC no ensino (SMITH; SCHARMANN, 2008), sendo um dos objetivos a expansão do número de estudantes e professores que tenham uma compreensão considerada mais informada a respeito da NdC, para que possam ser constatados a eficácia dos argumentos que defendem a sua inclusão no ensino de ciências (LEDERMAN, 2006). Além disso, é necessário a superação de estereótipos responsáveis pelo desinteresse pela ciência por parte dos estudantes, como a visão cumulativa, linear, exata, neutra, individual e etc (GIL-PERÉZ, 2001), no qual um meio possível seria a discussão sobre a NdC a partir das ideias de Kuhn (1978) sobre o desenvolvimento científico.

Somente citar as relações entre os aspectos da NdC e a epistemologia de Kuhn não seria suficiente para uma aprendizagem eficaz, se mostrando necessária uma abordagem reflexiva (ACEVEDO, 2009) que problematize as concepções prévias dos estudantes. Este ensino que contribui para o desenvolvimento crítico se contrapõe a visão dogmática presenciada no ensino de ciências, no qual Kuhn (1998) responsabiliza a influência da própria ciência que deseja perpetuar paradigmas que regem a pesquisa científica atual.

As informações obtidas neste artigo poderão inspirar novas pesquisas empíricas, que usarão de alguma intervenção que utilize a relação entre Kuhn e a NdC para coletar e analisar dados de estudantes, proporcionando conclusões mais precisas para a temática “NdC no Ensino de Ciência”. Esta análise pode usar como base de categorização a relação entre os aspectos consensuais da NdC e as ideias kuhnianas, onde o pesquisador terá um parâmetro para comparar respostas obtidas por

questionários ou entrevistas. As questões/temas presentes nas técnicas de coleta de dados, podem ser previamente construídas levando em consideração as respectivas relações apresentadas no Quadro 1.

Assim como a epistemologia kuhniana é uma fonte de discussão sobre a NdC, as relações entre a NdC e outras epistemologias podem ser usadas no ensino, como os modelos de ciência propostos por Popper e Lakatos. Se mostram infinitas as possibilidades de se trabalhar com a NdC no ensino, ficando a cargo de novas pesquisas a construção de estratégias e propostas para essa área.

Agradecimentos

À CAPES pela bolsa de estudos de I.Z.C.L.

Referências Bibliográficas

ABD-EL-KHALICK, F. Examining the Sources for our Understandings about Science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. **International Journal of Science Education**, v. 34, n.3, p. 353-374, 2012a.

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000a.

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, 2000b.

ABD-EL-KHALICK, F. Nature of Science in Science Education: toward a coherent framework for synergistic research and development In FRASER, B. J.; TOBIN, K. G.; MCROBBIE, C. J. **Second International Handbook of Science Education**. p. 1041-1060. Dordrecht-Heidelberg-London-New York: Springer, 2012b.

ACEVEDO, J. A. Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. v.6, n.3, p.355- 386, 2009.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

COSTA, A. C. R. A Estrutura das Revoluções Científicas de Thomas Kuhn. **Revista Eletrônica do Grupo PET**. v. 11, n. 11, p. 19-34, 2019.

DEMO, P. **Introdução a Metodologia da Ciência**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1985.

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. **Young people's images of science**. Buckingham: Open University Press, 1996.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

FORATO, T. C. M; PIETROCOLA, M; MARTINS, R. A. Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GIL-PÉREZ, D.; FERNÁNDEZ, I.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.

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.

LEDERMAN, N. G.; BARTOS, S. A.; LEDERMAN, J. S. The Development, Use, and Interpretation of Nature of Science Assessments In MATTHEWS, M. R. (Ed.). **International handbook of research in history, philosophy and science teaching**, p. 971-997, Dordrecht-Heidelberg-New York-London: Springer, 2014.

LEDERMAN, N. G. Nature of Science: Past, present, and future In ABELL, S.; LEDERMAN, N. G. **Handbook of research in Science Education**. New York: Routledge, p. 831-881, 2006.

MAGRO, T. D. Resenhas. **Revista Principia**, v. 16, n. 2, p. 245-352, 2012. Resenha da obra de: KUHN, T. S. O caminho desde a Estrutura: ensaios filosóficos 1970-1993, com uma entrevista autobiográfica. Ed. por James Conant e John Haugeland. Trad. Cezar Mortari. São Paulo: Editora UNESP, 2006.

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.

MATTHEWS, M. R. História e Ensino de Ciências: a Tendência Atual de Reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MCCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P.; ALMAZROA, H. The Nature of Science in Science Education: An Introduction. **Science & Education**, v. 7, p. 511-532, 1998a.

MCCOMAS W. F.; CLOUGH, M. P.; ALMAZROA, H. The Role and Character of the Nature of Science in Science Education In MC-COMAS, W. F. **The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p. 3-39, 1998b.

MCCOMAS, W. F. 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.; PRESTES,

M. E. B. **Aprendendo ciência e sobre sua natureza**: abordagens históricas e filosóficas. São Carlos: Tipographia Editora Expressa, p. 425-448, 2013.

MCCOMAS W. F. The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths In MCCOMAS, W. F. **The Nature of Science in Science Education**: Rationales and Strategies (p. 53-74). Dordrecht: The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998.

MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual a sua relação com a história e filosofia da ciência. **Revista Brasileira de História da Ciência**. Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-40, 2014.

OLIVA, A. Kuhn: o normal e o revolucionário na reprodução da racionalidade científica In PORTOCARRERO, V., org. **Filosofia, história e sociologia das ciências I**: abordagens contemporâneas [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1994. 272 p. ISBN: 85-85676-02-7.

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.

OSTERMANN, F. A epistemologia de Kuhn. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 184-196, 1996.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n.2, p. 19-55, 2020.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PUMFREY, S. History of science in the National Science Curriculum: A critical review of resources and their aims. **British Journal of History of Science**. 24 : 61-78, 1991.

SMITH, M. U.; SCHARMANN, L. C. A Multi-Year Program Developing an Explicit Reflective Pedagogy for Teaching Pre-service Teachers the Nature of Science by Ostention. **Science & Education**, v. 17, n. 2-3, p. 219-248, 2008.

SMITH, M. U.; SCHARMANN, L. C. Defining versus describing the nature of science: a pragmatic analysis of classroom teachers and science educators. **Science Education**, v. 4, n.83, p. 493-509, 1999.