

Visões acerca da natureza da ciência de formandos em licenciatura em química

RESUMO

A ideia de Ciência como conhecimento neutro, racional, construído indutivamente a partir de experimentos objetivos vem sendo criticada desde o começo do século XX. Nesse contexto investigativo várias pesquisas têm considerado a Ciência como formada por uma diversidade de aspectos, como sua natureza empírica, criativa, guiada por concepções prévias, influenciada e influenciadora da sociedade, etc. Neste artigo, são apresentadas algumas compreensões de formandos de licenciatura em Química, acerca da Natureza da Ciência. Para a coleta de dados foi aplicado o questionário *Views of Nature of Science* em sua forma C (VNOS-C) e realizada uma entrevista com os estudantes para analisar as respostas de cada sujeito, à luz dos aspectos da Natureza da Ciência descritos por Lederman *et al.* (2002), que foram tomados como categorias *a priori*. A análise de cada aspecto permitiu a elaboração de um quadro com a descrição da visão de cada estudante acerca de cada aspecto e, posteriormente, foi possível observar um quadro geral das visões destes estudantes. Este estudo soma-se a outros que observam a necessidade da discussão acerca da Natureza da Ciência ao longo da formação docente, ao evidenciar que alguns aspectos ainda são incompreendidos por estudantes prestes a se formar.

PALAVRAS-CHAVE: Natureza da Ciência. Formação Docente. Aspectos da Ciência.

Khalil Oliveira Portugal

khalil.portugal@unb.br

orcid.org/0000-0002-9239-4443

Universidade de Brasília (UnB), Brasília,
Distrito Federal, Brasil

Fabiele Cristiane Dias Broietti

fabieledias@uel.br

orcid.org/0000-0002-0638-3036

Universidade Estadual de Londrina (UEL),
Londrina, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

A importância de um ensino consciente dos aspectos da Natureza da Ciência (NdC) é reconhecida há mais de 100 anos (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000a). Compreender os aspectos da NdC percebidos pelas pessoas pode ajudar a compreender como estas os consideram em suas vidas, como são influenciadas pelos aspectos, ou mesmo o quanto essas pessoas têm aprendido sobre o que é (e o que não é) ciência.

As visões acerca da NdC de estudantes podem ser, entre outros aspectos, reflexo das visões de seus professores. Desenvolver uma compreensão esclarecida da NdC nos estudantes perpassa por desenvolver a compreensão da NdC nos professores, ao longo de sua formação inicial e continuada.

A partir dessa premissa, delimita-se a questão de pesquisa desse estudo: Quais são as visões de formandos de um curso de Licenciatura em Química, futuros professores, acerca da Natureza da Ciência? Tal questão se mostra pertinente em uma sociedade que cada vez mais se permite questionar a confiabilidade da Ciência, confundindo ciência devidamente estabelecida com estudos não científicos e até *fake news*¹.

Compreender a visão de Ciência de futuros professores também oportuniza que seja feita uma autocrítica nos cursos de licenciatura, possibilitando reestruturações e novos encaminhamentos didáticos ao se trabalhar aspectos das Ciências. Nessa perspectiva, este artigo apresenta como objetivo identificar e analisar as compreensões que formandos de um curso de Licenciatura em Química apresentam acerca da NdC.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES ACERCA DA NATUREZA DA CIÊNCIA

O conhecimento científico é utilizado na sociedade para facilitar a comunicação entre as pessoas; proporcionar conforto e lazer; melhorar a qualidade de vida; auxiliar na tomada de decisões, entre outros. Algumas características acerca do conhecimento científico se mostram relevantes para sua compreensão, principalmente sua variedade de métodos e influências externas ao conhecimento em si (NAGEL, 1961; HODSON, 1985; ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000a; PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002, MOURA, 2014).

Nesse sentido, entende-se que compreender as Ciências Naturais em sua complexidade faz parte da formação para o exercício da cidadania proposta pela constituição brasileira, na Lei de Diretrizes Básicas para a Educação (BRASIL, 1996). Essa compreensão, perpassa pela consciência de quais são os aspectos da NdC. Para uma conceituação inicial, será utilizada a definição de Lederman *et al.* (2002), em que “tipicamente, NdC refere-se a epistemologia e sociologia da Ciência, Ciência como uma forma de conhecimento, ou os valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento” (2002, p. 498, tradução nossa). Contudo, Lederman também adverte para a característica aberta e não-consensual de uma definição de NdC (LEDERMAN, 2004).

Lederman *et al.* (2002) ressaltam alguns aspectos da Ciência que julgam relevantes. Tais aspectos estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Alguns aspectos da Natureza da Ciência

Alguns aspectos da Natureza da Ciência	
Aspecto 1	A natureza empírica do conhecimento científico.
Aspecto 2	A diferença entre leis e teorias científicas.
Aspecto 3	A natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico.
Aspecto 4	A natureza “guiada pelas concepções prévias” do conhecimento científico.
Aspecto 5	A influência sociocultural do conhecimento científico.
Aspecto 6	O mito do “Método Científico”.
Aspecto 7	A natureza “aberta a revisões” do conhecimento científico.

Fonte: Adaptado de Lederman *et al.* (2002).

Matthews (2012), mais recentemente, defende a alteração no foco dos estudos para as ideias das pessoas sobre os “Aspectos da Ciência” (AdC), em um movimento de não transformar a NdC em mais um saber científico a ser ensinado, o que seria contraditório com o objetivo de sua concepção. A partir disso, o autor sugere que mais AdC sejam trazidos à discussão por professores, como o aspecto histórico, epistemológico, tecnológico, experimental, o papel da idealização por parte do cientista, da criação de modelos, do uso da Matemática, da religião, das questões de gênero, dentre vários outros (MATTHEWS, 2012). Em resumo, propõe que a discussão dos AdC seria não só a discussão da natureza do conhecimento científico, mas, também, “dos processos, instituições e contextos sócio culturais nos quais este conhecimento é produzido” (MATTHEWS, 2012, p. 22, tradução nossa).

Azevedo e Scarpa (2017) realizaram uma extensa revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de NdC. Dentre os resultados, foram encontrados pelas autoras 25 Aspectos da Ciência considerados importantes para o ensino por parte dos autores dos artigos levantados², resultado consonante à visão de Matthews de se ampliar a discussão sobre os AdC tanto quanto os atores do processo de ensino-aprendizagem julguem pertinentes.

Para Bassoli (2014), as diversas investigações verificadas na literatura ratificam que a Ciência e a Tecnologia estão com a imagem distorcida e empobrecida, e que é preciso transcendê-la de forma que possa tornar-se atrativa aos estudantes, imergindo-os dentro da cultura científica. A realidade nas escolas é de um ensino de Ciências a partir de uma visão deformada, muito enraizada na concepção das pessoas – seja por parte de alunos, professores, trabalhadores e até mesmo pesquisadores – que precisam pensar e repensar o currículo das Ciências da Natureza, as atividades práticas na educação científica, tendo em vista a construção do conhecimento científico.

Gil Pérez *et al.* (2001) fazem um extenso estudo sobre as concepções deformadas do trabalho científico presentes em professores. Observam que professores possuem (em ordem de incidência) uma concepção indutivista e ateorica; uma visão rígida; aproblemática e ahistórica; exclusivamente analítica; acumulativa e de crescimento linear; individualista e elitista; e socialmente neutra da Ciência. Tais visões podem influenciar as práticas dos professores e, conseqüentemente, a aprendizagem dos alunos, como sugere, por exemplo, um

estudo de três professores com visões epistemológicas distintas por Massoni e Moreira (2014). Neste estudo, os autores observam uma relação entre as concepções sobre a NdC com as estratégias didáticas, a partir da imersão nas aulas de Física desses professores, seja para visões mais atuais e flexíveis, ou mais rígidas da NdC.

Diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de analisar as concepções de estudantes de licenciatura acerca dos aspectos da NdC, frequentemente avaliando a eficácia de se incluir temas que discutam direta ou indiretamente estes aspectos na formação dos professores (HARRES, 1999; MOREIRA; MASSONI; OSTERMANN, 2007; OKI; MORADILLO, 2008; FORATO, PIETROCOLA, MARTINS, 2011; ALMEIDA; FARIAS, 2016).

NATUREZA DA CIÊNCIA NOS DOCUMENTOS OFICIAIS BRASILEIROS

Os documentos oficiais que orientam e definem o currículo brasileiro citam alguns aspectos da NdC. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)³, o ensino da área de Ciências da Natureza

[...] precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de **conhecimentos científicos** produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais **processos, práticas e procedimentos da investigação científica** (BRASIL, 2017, p. 319, grifos do autor).

Mais especificamente, a área

[...] tem um compromisso com o desenvolvimento do **letramento científico**, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo [...], mas também transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência. Em outras palavras, aprender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2017, p.319, grifo do autor).

Para o Ensino Médio, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) (BRASIL, 2006) também apontam a necessidade da discussão dos aspectos da NdC nas Ciências da Natureza. É possível observar, por exemplo, que o documento possui uma seção dedicada a mostrar a importância da discussão sobre a História e a Filosofia da Ciência na seção dedicada à Física. (BRASIL, 2006).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Fundamental afirmam que, por exemplo, a História das Ciências “[...] devem ter lugar no ensino, para que se possa construir com os alunos uma concepção interativa de Ciência e Tecnologia não-neutras, contextualizada nas relações entre as sociedades humanas e a natureza (Brasil, 1997, p.27).” Já para o Ensino Médio, indicam como objetivos, entre outros, “compreender as Ciências da Natureza como construções humanas e a relação entre conhecimento científico-tecnológico e a vida social e produtiva” (BRASIL, 2000, p.10).

Não há uma menção clara ou orientações específicas de como trabalhar esses assuntos em sala, o que faz com que os professores muitas vezes não deem a devida atenção a esta dimensão em suas práticas ou mesmo não recebam

preparação adequada para sua discussão em sua formação. A partir dessa perspectiva, esse estudo procura compreender qual a visão de estudantes de licenciatura que estão próximos a se formar sobre a NdC.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Diante da questão proposta neste estudo – Quais são as visões de formandos de Licenciatura em Química, futuros professores, acerca da Natureza da Ciência? –, o presente trabalho buscou identificar e analisar, a partir de uma análise de conteúdo, as compreensões de estudantes matriculados no último ano de Licenciatura em Química de uma Universidade Federal no município de Londrina acerca da NdC. A turma investigada era reduzida, composta de cinco alunos, e todos concordaram em participar da pesquisa.

De maneira geral, “a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações” (BARDIN, 2011, p. 37). Mayring (2004) aponta, entre outros princípios, que

a particular natureza sistemática da análise de conteúdo consiste em ser governada pelas regras [...], sua dependência teórica [...] e do seu procedimento gradual, decompondo o texto em unidades únicas de análise e orientado para um sistema de categorias (MAYRING, 2004, p. 267, tradução nossa).

As respostas, junto com as transcrições das entrevistas foram unitarizadas para que fosse possível categorizar suas ideias principais. Este processo de unitarização refere-se à desconstrução dos dados em elementos individuais de conteúdo (MORAES, 1999), que permitem sua posterior análise em busca de respostas à questão levantada.

As questões propostas para os estudantes estão apresentadas no Quadro 2 e foram traduzidas do questionário proposto por Lederman *et al.* (2002) Views of Nature of Science, em sua forma C (VNOS-C). Tal questionário tem sido utilizado por outros pesquisadores para caracterizar a compreensão da Natureza da Ciência de estudantes (como, por exemplo, SCHWARTZ; LEDERMAN; CRAWFORD, 2004 e TEIXEIRA; FREIRE JR; EL-HANI, 2009). Nestes trabalhos, o método de análise das respostas é diverso, porém, o conteúdo do questionário em si não sofre grandes alterações. Este método de se aplicar o questionário conjugado à posterior entrevista esclarecedora é sugerido pelo autor (Lederman *et al.*, 2002), pois minimiza a interpretação errada do que o estudante quis dizer com suas respostas. Nessa entrevista, são requisitados esclarecimentos acerca de algumas visões que não ficaram claras a partir de uma análise inicial das respostas escritas.

Quadro 2 – Questões propostas aos estudantes

1. O que é, em sua visão, Ciência? O que faz a Ciência (ou uma disciplina como Química, Física, Biologia, etc.) ser diferente de outras formas de investigação (como religião, filosofia, história)?
2. O que é um experimento?
3. O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentação?
4. Livros didáticos de Ciências geralmente representam o átomo como um núcleo central composto de prótons (partículas carregadas positivamente) e nêutrons (partículas neutras) com elétrons (negativamente partículas carregadas) orbitando esse núcleo. Quão certos são os cientistas sobre a estrutura do átomo? Qual evidência específica, ou tipos de evidências, você acha que os cientistas costumavam determinar como um átomo se parece?
5. Existe diferença entre uma teoria científica e uma lei científica? Ilustre sua resposta com um exemplo.
6. Após cientistas desenvolverem uma teoria científica (por exemplo, a teoria atômica, a teoria da evolução, etc.), essa teoria pode mudar? Se acreditar que não, explique por que, se possível com exemplos. Se acreditar que sim, explique por que e também por que nos damos ao trabalho de estudá-las se podem mudar.
7. Os livros didáticos de Ciências frequentemente definem “espécie” como um grupo de organismos que compartilham características similares e podem cruzar entre si para produzir descendentes férteis. Quão certos são os cientistas sobre sua caracterização do que é uma espécie? Quais evidências específicas você acha que os cientistas usaram para determinar o que é uma espécie?
8. Os cientistas realizam experimentos/investigações quando tentam encontrar respostas para as perguntas que apresentam. Os cientistas usam sua criatividade e imaginação durante suas investigações? Se sim, em qual estágio da investigação acredita que as usam: no planejamento, na coleta de dados, após a coleta? Se não, explique o porquê e nos dois casos, se possível, exemplifique.
9. Acredita-se que há cerca de 65 milhões de anos os dinossauros foram extintos. Das hipóteses formuladas pelos cientistas para explicar a extinção, dois desfrutaram de amplo apoio. O primeiro, formulado por um grupo de cientistas sugerem que um enorme meteorito atingiu a Terra há 65 milhões de anos e levou a uma série de eventos que causaram a extinção. A segunda hipótese, formulada por outro grupo de cientistas, sugere que erupções vulcânicas massivas e violentas foram responsáveis pela extinção. Como essas diferentes conclusões são possíveis se os cientistas de ambos os grupos tiveram acesso e usaram o mesmo conjunto de dados para obter suas conclusões?
10. Alguns afirmam que a Ciência é influenciada por valores sociais e culturais. Isto é, a Ciência reflete os valores sociais e políticos, os pressupostos filosóficos e as normas intelectuais da cultura na qual é praticada. Outros afirmam que a Ciência é universal. Isto é, a Ciência transcende fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos, nem por normas intelectuais da cultura em que é praticada. Em qual corrente você acredita? Explique por que e, se possível, utilize exemplos.

Fonte: Adaptado de Lederman *et al.* (2002).

O questionário foi aplicado para os cinco estudantes, todas as respostas foram analisadas e, na semana seguinte, um dos pesquisadores entrevistou-os individualmente com o intuito de esclarecer algumas questões levantadas a partir da análise inicial das respostas escritas.

Este conjunto de perguntas foi construído com o intuito de capturar dos estudantes suas visões acerca dos aspectos da NdC citados por seus autores (Lederman *et al.*, 2002). Por mais que algumas perguntas sejam direcionadas para certo aspecto, a união das visões apresentadas em duas ou mais perguntas permite uma compreensão mais completa da visão do sujeito de pesquisa. Por exemplo, para um sujeito que confunde os conceitos de teoria com hipótese (no sentido de acreditar que uma teoria assim o é por não ter sido comprovada ainda), afirmar que uma teoria pode ser alterada não tem o mesmo sentido que teria se tal afirmação fosse feita por um sujeito que compreende a complexidade envolvida na criação de uma teoria científica.

Sendo assim, a proposta de análise desse estudo foi realizá-la a partir do conjunto das respostas de cada sujeito, à luz dos aspectos descritos por Lederman *et al.* (2002), que foram tomados como categorias *a priori*. A análise de cada aspecto permitiu a elaboração de um quadro com a descrição da visão de cada estudante acerca de cada aspecto da NdC e então foi possível observar o quadro geral das visões de todo o *corpus* sobre os aspectos da NdC.

RESULTADOS E ANÁLISES

As respostas, junto com os esclarecimentos realizados por meio de entrevistas, permitiram a inferência das visões dos estudantes acerca dos aspectos da NdC assumidos como categorias *a priori*. Os resultados referentes a cada aspecto serão apresentados separadamente, para que seja possível analisar em seguida o contexto geral dos estudantes analisados.

Quando citados, os trechos das respostas de cada estudante que justificam a interpretação destas como certa visão, são sucedidos de um código que representa um número atribuído a cada estudante (de 1 a 5), se o trecho é proveniente do questionário ou da entrevista (Q ou E) e em resposta a qual pergunta aquela fala se relaciona (01 a 10). O código 2Q08, por exemplo, indica que o trecho provém da resposta dada pelo estudante 2 à pergunta 08 do questionário; já o código 5E10 indica que o trecho é parte da resposta do estudante 5 dada à entrevista de esclarecimento em relação à pergunta 10.

Aspecto 1 – A natureza empírica do conhecimento científico

Apenas um dos cinco estudantes acredita não ser imprescindível alguma experimentação para o desenvolvimento do conhecimento científico, ao afirmar que “Acredito que a experimentação ajuda muito no processo de aprendizagem, porém o conhecimento pode-se obter de outras maneiras sem a dependência da experimentação.” – 2Q03. Três dos estudantes entendem a experimentação como maneira de validar algum conhecimento, mas de maneira *a posteriori* explicitando que “Experimento é uma maneira de testar se uma teoria ou hipótese é verdadeira ou não. Através do experimento, é possível dar maior suporte a uma teoria comprovando se ela é real ou não.” – 3Q02.

Dentre os estudantes analisados, apenas um demonstrou a visão mais esclarecida sobre a natureza empírica do conhecimento científico, para ele “O conhecimento científico pode ser fruto de uma experimentação ou a construção

de um conhecimento científico pode levar a uma experimentação. Ela é imprescindível.” – 4Q03. Este acredita que é imprescindível, mas não necessariamente como validação de teorias ou hipóteses.

A maioria dos estudantes demonstrou uma visão pouco esclarecida do papel da experimentação na construção do conhecimento científico, o que pode, no âmbito da sala de aula, fazer com que os futuros professores reproduzam em suas práticas a visão de que um experimento é útil para comprovar uma lei ou corroborar uma teoria previamente discutida teoricamente.

Aspecto 2 – Teorias e leis científicas

Todos os estudantes participantes possuem uma visão distorcida dos conceitos de teorias e leis científicas. Para os cinco estudantes, há a confusão do sentido casual de teoria com o conceito de teoria científica “[...] a teoria da evolução diz que o homem vem do macaco como ancestral e nunca foi provada. A lei científica é como a da conservação de massa de Lavosier, que foi comprovada experimentalmente.” conforme apontado por 1Q05 e destacado por 3Q05 ao relatar que “Uma teoria é uma hipótese que não foi comprovada como um fato, na verdade, seja por falta de experimentação ou outra maneira. Já uma lei é um fato comprovado, uma verdade. Exemplos disso são a teoria da relatividade e a Lei de Newton (sic.), na qual a gravidade e as teorias quanto aos campos são fatos.”.

Também foi observado uma compreensão limitada do que é uma lei científica. Na visão dos estudantes, esta representa uma teoria que foi provada correta “todas teorias estão sujeitas à modificação, [...]. Só deixam de estar disponíveis a alteração quando passam a ser lei.” – 3Q06. Dois estudantes acreditam que uma lei é irrefutável “Uma lei é construída com base em estudos que hoje são irrefutáveis.” – 4Q05 e os outros três possuem a visão de que uma lei pode apenas ser melhorada ou, muito dificilmente, mostrada como falsa.

Os conceitos de teoria científica e de lei científica sofrem com a confusão do sentido que essas palavras possuem no dia a dia. Coloquialmente diz-se que se tem uma teoria quando, em uma analogia com os processos científicos, se elaborou uma hipótese sobre algum assunto. O conceito de teoria científica engloba uma série de observações e inferências, que são capazes de criar um modelo para explicar algo complexo e, que eventualmente, auxilia pesquisadores a olharem para fenômenos naturais a partir de um novo olhar. O conceito de lei científica é mais direto, uma afirmação ou descrição de relações em um fenômeno observável (Lederman, 2007). Não há o objetivo de se transformar teorias em leis, uma vez que suas naturezas são diferentes.

Aspecto 3 – A natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico

Os estudantes entrevistados acreditam que o conhecimento científico envolve a criatividade. Um estudante restringe o uso da criatividade às análises dos resultados e inferências “Acho que usam a criatividade após a coleta, para entender o objeto de estudo.” – 5Q08. Os outros acreditam que é parte integrante do processo de desenvolvimento científico “Acredito que tanto no

planejamento quanto na coleta de dados e após a criatividade deve se fazer presente.” – 4Q08.

O papel da criatividade e da imaginação no desenvolvimento científico, de maneira geral, é compartilhado pelos estudantes. Em uma análise mais profunda, alguns parecem compreender que os modelos utilizados para descrever fenômenos são fruto da imaginação dos cientistas (e não necessariamente um retrato da realidade). Esse aspecto divide sentidos com o próximo, uma vez que alguns estudantes compreendem que diferentes hipóteses são possíveis para algumas situações (“ambos os acontecimentos ‘em hipótese’ trazem alterações significativas para a manutenção da vida dos dinossauros.” – 1Q09).

Aspecto 4 – A natureza “carregada de concepções prévias” do conhecimento científico

O conhecimento científico é produzido por pessoas. Estas possuem suas concepções prévias, que influenciam tanto em seus objetos de estudo, como em seus resultados. Alguns estudantes mostraram partilhar dessa visão em suas respostas, e outros demonstram uma visão mais pragmática da Ciência, como se o conhecimento científico não tivesse influência das concepções dos cientistas.

Estudantes com visões mais esclarecidas, responderam à pergunta 07 indicando que a visão de mundo do cientista influencia em sua conclusão ou em como descreve a natureza “Acho que os cientistas utilizavam de suas vivências para a determinação.” – 2Q09. Já estudantes com concepções mais pragmáticas sobre o conhecimento científico, responderam no sentido de colocar o conceito de espécie como algo inerente à natureza, e não uma construção humana para descrever algo que julgam relevante “Para determinar uma espécie, foi necessário a observação do comportamento dos organismos e a elaboração de hipóteses através dos padrões.” – 3Q07 ou “Para determinar espécies, cientistas devem ter realizado o cruzamento de organismos que não geraram descendentes férteis e assim definiram que não são da mesma espécie.” – 4Q07.

Aspecto 5 – O enraizamento social e cultural do conhecimento científico

Todos os estudantes forneceram respostas que indicam haver uma relação de trocas entre a sociedade e a cultura com a Ciência e como ela se desenvolve. Dois citaram como a tecnologia foi desenvolvida devido à guerra, um citou que “muitas coisas que as pessoas estudaram, principalmente na medicina, advém de observações, [...], por exemplo, das descobertas indígenas” (1E10). Os outros dois foram menos diretos em suas afirmações, sem conseguir exemplificar, mas deixaram claro que acreditam haver influência da cultura no desenvolvimento científico.

Em termos da influência que a Ciência possui sobre a sociedade e a cultura, apenas um estudante não demonstrou acreditar que a Ciência influencia na sociedade. Em sua visão, o que é influenciado é, no máximo, “em relação ao entendimento, passando pela questão da aprendizagem (da Ciência)” (2E10). Os outros estudantes citaram que o modo como a tecnologia altera as relações sociais e a cultura de um povo são exemplos de como essa influência ocorre “[...]”

a tecnologia, tipo, 20 anos atrás, como eram as interações humanas e como é agora?” – 3E10.

Aspecto 6 – O mito do Método Científico

Uma sequência de passos rígidos, imprescindíveis e inalteráveis para a construção do conhecimento científico, de caráter empirista/indutivista, não é observada entre os estudantes entrevistados. Contudo, é possível observar que, na linha do aspecto metodológico do conhecimento científico, dois estudantes acreditam que as Ciências da Natureza investigam algo mais concreto e que pode ser provado, em oposição à outras investigações que discutem situações subjetivas “A diferença com as outras áreas de investigação seria o fato de ser algo mais concreto, sendo provado por meio de teorias ou experimentos, sendo as outras áreas mais subjetivas.” – 5Q01. Os outros dois estudantes não fazem tal distinção metodológica entre as diferentes áreas de investigação “A diferença das ciências está justamente no que se estuda, [...] como a Química que procura os fenômenos presentes nas transformações químicas ou a Sociologia que tenta compreender as relações humanas e sociedade.” – 3Q01.

Aspecto 7 – A natureza provisória do conhecimento científico

Junto com a concepção equivocada sobre os conceitos de lei e teoria, os estudantes concebem ingenuamente a estabilidade do conhecimento científico. Há a concepção em dois estudantes de que o conhecimento científico é acumulativo e, que quando afirmações ganham o status de “lei”, este conhecimento necessariamente se solidifica “Até onde eu sei, uma lei não, porque uma lei é algo confirmado experimentalmente.” – 3E06.

Alguns estudantes compreendem modelos como o da estrutura do átomo como uma forma provisória, que responde aos resultados experimentais, mas que não necessariamente representa a realidade “Essas representações dos átomos são apenas modelos propostos através de teorias e experimentos. Como não é possível observar de fato um átomo, não podemos dizer que um átomo realmente se parece com o proposto. No entanto, os modelos servem como suporte na compreensão da realidade e atende muitas vezes as necessidades científicas.” – 3Q04.

Este aspecto está relacionado com os outros aspectos mais inerentes à subjetividade humana, e em algumas situações, para os estudantes, a subjetividade humana parece ser deixada em segundo plano, tendo em vista que a Ciência pode ser imparcial e irrefutável.

DISCUSSÃO

A análise de cada aspecto, na visão de cada estudante, permitiu a elaboração do Quadro 3 que sintetiza a visão dos estudantes acerca dos aspectos da NdC. Inspirado em Lederman *et al.* (2002), as visões dos sujeitos foram classificadas como mais esclarecidas (E) e mais ingênuas (I).

Os dados apresentados no Quadro 3 fornecem um panorama geral de quais aspectos são compreendidos mais claramente pelos estudantes e quais não são muito claros. Não está sendo afirmado através desta pesquisa que os estudantes possuem visões completamente ingênuas ou completamente esclarecidas acerca dos aspectos da NdC, mas que são mais ou menos esclarecidas sobre cada aspecto, a partir da análise de suas respostas.

Quadro 3 – Quadro geral das visões expressas pelos estudantes sobre a NdC

	Aspecto 1	Aspecto 2	Aspecto 3	Aspecto 4	Aspecto 5	Aspecto 6	Aspecto 7
Estudante 1	I	I	E	E	E	E	I
Estudante 2	I	I	E	E	I	E	I
Estudante 3	I	I	E	I	E	E	E
Estudante 4	E	I	E	I	E	I	E
Estudante 5	I	I	E	I	E	I	E

Fonte: Autoria própria (2019).

Os estudantes entrevistados não compreendem corretamente a diferença entre teorias e leis científicas (aspecto 2), uma vez que apresentaram visões mais ingênuas acerca deste aspecto. Essa visão distorcida é comum entre pessoas fora do meio acadêmico, mas foi observada também nos estudantes entrevistados.

Quatro dos cinco estudantes que participaram deste estudo não apresentam uma visão esclarecida sobre o papel da experimentação no desenvolvimento do conhecimento científico (aspecto 1). Estes afirmam que a experimentação é necessária exclusivamente para a confirmação de hipóteses e teorias, ou não são imprescindíveis para o desenvolvimento do conhecimento científico.

Três estudantes manifestaram em suas repostas que o conhecimento científico não depende das concepções prévias dos pesquisadores e negam a existência dessa dependência (aspecto 4). Essa natureza rígida do conhecimento científico é observada a partir de outros aspectos, principalmente quando se acredita que uma lei é necessariamente algo comprovado e difícil de sofrer alterações e que as Ciências Naturais são fruto de estudos mais concretos que outras Ciências.

Em relação a natureza provisória do conhecimento científico (aspecto 7) dois estudantes demonstraram uma visão de desenvolvimento linear da Ciência, contudo essa visão é ofuscada pela incompreensão do conceito de teoria científica, quando dizem que teorias podem ser melhoradas ou refutadas, mas leis são estáveis ou mais difíceis de mudar.

Apenas uma estudante demonstrou uma visão mais ingênuas que os outros estudantes acerca das relações entre a sociedade e a cultura com a Ciências (aspecto 5). Os outros compreendem haver uma relação de trocas entre a Ciência e o contexto sociocultural.

Os estudantes demonstraram compreender de maneira geral o papel da criatividade e a influência sociocultural na construção do conhecimento científico (aspecto 3).

Por fim, quanto a crença de passos rígidos e inalteráveis para a construção do conhecimento científico (aspecto 6), há uma compreensão da variedade de métodos para o desenvolvimento da Ciência em todos os estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que um professor de Ciências da Natureza compreenda os aspectos da NdC, uma vez que entendê-los colabora para a superação das visões ingênuas, distorcidas e estereotipadas da Ciência e, efetivamente, tem o potencial de “contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico [dos] alunos e discutir com os mesmos que as teorias científicas não são definitivas e incontestáveis” (BATISTA; MOHR; FERRARI, 2007, s/n). Este estudo soma-se a outros que observam a necessidade de discussões acerca da NdC ao longo da formação docente, ao evidenciar que alguns aspectos são pouco ou muito pouco compreendidos por estudantes prestes a se formar.

De maneira geral, observa-se que os estudantes entrevistados não compreendem proficientemente todos os aspectos da NdC. Essa deficiência se mostra um problema tendo em vista que estes estudantes serão professores em um futuro próximo e, com algumas visões distorcidas do fazer científico, suas práticas podem propagar essas concepções alternativas do trabalho científico, contribuindo para uma imagem deformada da Ciência, como sugerido por Massoni e Moreira (2014).

As conclusões da investigação estão em consonância com outros estudos, que indicam uma insuficiência na compreensão dos aspectos da NdC por parte de estudantes que não tiveram uma formação que os levasse em consideração (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000b; ABD-EL-KHALICK, 2001; SCHWARTZ; LEDERMAN; CRAWFORD, 2004; TEIXEIRA; FREIRE JR; EL-HANI, 2009).

A fim de compreender os motivos pelos quais os estudantes possuem tais visões mais ingênuas, é possível analisar as visões dos professores desses estudantes e como suas aulas se dão, no tocante a discussões acerca da NdC ao longo da formação dos licenciandos.

Em busca de uma proposição que justifique tais visões ingênuas, observa-se neste curso, em específico, que pouca carga horária é dispensada para formação específica da didática das Ciências da Natureza (136 horas em duas disciplinas denominadas “Fundamentos da educação química 1” e “Fundamentos da educação química 2”, além de 400 horas de estágio, das 3210 horas totais do curso). Tal carga diferencia-se da formação geral pedagógica, pois esta não discute, geralmente, as especificidades do ensino de Ciências (além de ser, no caso investigado, ministradas por professores da área da Pedagogia, e não do ensino de Ciências).

Estudos mais aprofundados, utilizando de entrevistas esclarecedoras que abordem todas as questões escritas podem refinar a compreensão das visões dos estudantes analisados, e a aplicação deste questionário (junto com posterior entrevista) com estudantes de outros cursos ou em outros períodos podem complementar um quadro geral da instituição ou ainda de outro conjunto demográfico que se queira retratar.

A análise das respostas dos estudantes nos sugeriu alterar, no questionário, alguns pontos ou termos. Tais esclarecimentos foram realizados na posterior entrevista, porém poderiam ter sido capturados pelo questionário se sua redação fosse outra. A segunda questão poderia ser elaborada em termos de se a observação também é uma forma de experimentação. O uso da expressão “quão certos são os cientistas” na quarta e na sétima questão se mostrou ambígua, uma vez que alguns estudantes acreditaram que o questionamento estava na exatidão das definições, e não sobre se há uma certeza em que elas retratam a realidade. Uma alternativa para a redação dessas questões seria “você acha que os cientistas têm certeza...”, que removeria essa duplicidade de interpretações. A sexta questão poderia incluir se leis científicas também podem mudar, uma vez que a pergunta se teorias podem mudar é trivial para aqueles estudantes que confundem teorias científicas com hipóteses.

Visions of senior pre-service chemistry teachers on the nature of science

ABSTRACT

The idea of Science as a neutral knowledge, rational, constructed inductively from objective experiments has been criticized since the beginning of the twentieth century. In this investigative context, several researchers have considered Science as formed by a diversity of aspects, such as its empirical nature, creative, guided by prior conceptions, influenced by and influencer of society, etc. Some understandings of senior pre-service Chemistry teachers about the Nature of Science are presented. The data was obtained from the *Views of Nature of Science questionnaire*, in its form C (VNOS-C) and individual interviews, conducted with the pre-service teachers to analyze their responses, in light of the aspects of the Nature of Science described by Lederman *et al.* (2002), taken as *a priori* categories. The analysis of each aspect allowed the elaboration of a table with the description of each subject's vision about each aspect and then it was possible to observe a general picture of the visions of these students. This study is in addition to others observing the necessity of the discussion about the Nature of Science throughout the teacher training, evidencing that some aspects are little or very little understood by pre-service teachers about to graduate.

KEYWORDS: Nature of Science. Teacher Instruction. Aspects of Science.

NOTAS

1 Notícias fraudulentas. São informações noticiosas que não representam a realidade, mas que são compartilhadas na internet como se fossem verdadeiras, principalmente através das redes sociais. Para mais Informações, consultar: <https://www.significados.com.br/fake-news/>. Acesso em: 01 out. 2019.

2 Dentre os AdC encontrados, destacam-se “A produção do conhecimento científico envolve curiosidade, criatividade e imaginação”; “O conhecimento científico é temporário e provisório”; “A ciência não responde a todas as perguntas, pois seus métodos são limitados”; “O conhecimento científico é dependente do contexto histórico, político, social e cultural”; “A ciência parte de observações e usa inferências, cada uma com características específicas”; “A ciência busca por dados de acordo com as teorias”; entre outros (AZEVEDO E SCARPA, 2017, p. 595-597).

3 Durante o período de elaboração deste trabalho, o projeto de reforma do Ensino Básico do Governo Federal ainda estava em processo de estruturação e implementação. Tomaram-se como referência os documentos até então publicados, sabendo que este projeto pode ser modificado ou abandonado no futuro.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, Fouad. Embedding Nature of Science Instruction in Preservice Elementary Science Courses: Abandoning Scientism, But... **Journal of Science Teacher Education**, v. 12, n. 3, p. 215-233, 2001.

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, Fouad; LEDERMAN, Norman G. The influence of history of science courses on students' views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 37, n. 10, p. 1057-1095, 2000b.

ALMEIDA, A. V. de; FARIAS, C. R. de O. A natureza da ciência na formação de professores: reflexões a partir de um curso de licenciatura em ciências biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 473-488, 2016.

AZEVEDO, N. H.; SCARPA, D. L. Revisão Sistemática de Trabalhos sobre Concepções de Natureza da Ciência no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 579-619, 2017.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 280p.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

BATISTA, R. P.; MOHR, A.; FERRARI, N.; Análise da história da ciência em livros didáticos do ensino fundamental em Santa Catarina. **Anais do VI ENPEC**. 2007.

BRASIL, LDB. Lei 9394/96 – **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**.

BRASIL. MEC. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília, MEC/SEF, 1997, 136p.

BRASIL. MEC. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, MEC, 2000, 58p.

BRASIL. MEC. Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília, MEC, 2006, 135p.

BRASIL. MEC. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Infantil e Fundamental**. Brasília, MEC, 2017. 471p.

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

HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999.

HODSON, D. Philosophy of science, science and science education. **Studies in Science Education**, v. 12, p. 25-57, 1995.

LEDERMAN, N. G. Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Scientific inquiry and nature of science**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2004, 446 p.

LEDERMAN, N. G. Nature of Science: part, present, and future. *In*: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. **Handbook of research on science education**. Majwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2007. p. 831-880.

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

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. Uma análise cruzada de três estudos de caso com professores de Física: a influência de concepções sobre a natureza da ciência nas práticas didáticas. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, p. 595-616, 2014.

MATTHEWS, M. R. Changing the Focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS) *In*: KHINE, M. S. (Eds.). **Advances in Nature of Science Research**. Dordrecht: Springer, 2012, 268 p.

MAYRING, Philipp. Qualitative Content Analysis. *In*: FLICK, Uwe; KARDORFF, Ernstvon; STEINKE, Ines. **A Companion to qualitative research**. Londres: SAGE, 2004, 432 p.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Educação**, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T.; OSTERMANN, F. História e epistemologia da física na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 29, n. 1, p. 127-134, 2007.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

NAGEL, E. **The structure of Science**: problems in the logic of scientific explanation. Nova Iorque: Harcourt, Brace & World, 1961.

OKI, M. da C. M.; MORADILLO, E. F. de. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, 2008.

PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C.; GIL-PEREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p. 127-145, 2002.

SCHWARTZ, R. S.; LEDERMAN, N. G.; CRAWFORD, B. A. Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. **Science Education**, v. 88, n. 4, p. 610-645, 2004.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR, O.; EL-HANI, C. N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da Natureza da Ciência de estudantes de Física. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

Recebido: 23 jul. 2019

Aprovado: 16 out. 2019

DOI: 10.3895/actio.v5n1.10402

Como citar:

PORTUGAL, K. L.; BROIETTI, F. C. D. Visões acerca da natureza da Ciência de formandos em licenciatura em Química. **ACTIO**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 1-18, jan./abr. 2020. Disponível em:

<<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: XXX

Correspondência:

Khalil Oliveira Portugal

Instituto de Física, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

