

Compreensões de estudantes de licenciatura em química sobre as atividades dos cientistas

Understanding of undergraduate chemistry students about the activities of scientists

Paulo dos Santos Nora

Universidade Estadual de Londrina
paulo.nora@gmail.com

Fabiele Cristiane Dias Broietti

Universidade Estadual de Londrina
fabieledias@uel.br

Resumo

Este estudo investiga algumas ideias apresentadas por estudantes de um curso de Licenciatura em Química, a respeito de sua compreensão sobre o que os cientistas fazem quando estão envolvidos em práticas científicas. Trata-se de uma investigação qualitativa respaldada pelos pressupostos da análise de conteúdo. Foram analisadas as respostas de dez estudantes, sendo utilizadas como categorias *a priori*, aspectos da Natureza da Ciência (NdC), a saber: conhecimento provisório, observação e inferência, teorias científicas, modelos científicos, pluralidade metodológica, criatividade e imaginação, caráter social e cultural, e valores. Mediante as análises, foram observados indícios de seis dos oito aspectos relacionados à NdC. Os aspectos que se referem ao uso de modelos científicos, e a criatividade e imaginação, importantes na representação de um fenômeno, não foram identificados. Tais resultados sinalizam a importância de se discutir aspectos da NdC nos cursos de formação inicial, contribuindo para que os estudantes compreendam melhor a respeito da construção do conhecimento científico.

Palavras chave: química, construção do conhecimento científico, prática científica.

Abstract

This study investigates some ideas presented by students of a Chemistry Degree course, regarding their understanding of what scientists do when they are involved in scientific practices. This is a qualitative investigation supported by content analysis. The written responses of ten students were analyzed, being used as categories, aspects of the Nature of Science (NOS), namely: provisional knowledge, observation and inference, scientific theories, scientific models, methodological plurality, creativity and imagination, social and cultural character, and values. Through the analyzes, evidence of six of the eight aspects related to NOS was observed. The aspects that refer to the use of scientific models, and creativity and imagination, important in the representation of a reality, were not identified. Such results signal the importance of discussing aspects of NdC in the chemistry degree

courses, contributing for students to better understand about the construction of scientific knowledge.

Key words: chemistry, construction of scientific knowledge, scientific practice.

Introdução

A compreensão a respeito do que fazem os cientistas nem sempre é clara para muitos estudantes, ou mesmo para professores da área científica, uma vez que isso exige conhecimentos sobre aspectos da Natureza das Ciências (NdC) e o entendimento de como ocorre a construção do conhecimento científico. Gil Perez *et al.* (2001) mencionam que, em muitos casos, a compreensão da construção do conhecimento científico não têm ocorrido de forma adequada e que muitos professores têm apresentado visões empírico indutivistas da ciência, distanciando-se de uma formação que contemple aspectos da NdC.

Segundo os autores supracitados, é necessário estabelecer de forma apropriada o que se entende por uma visão aceitável do trabalho científico, evitando concepções errôneas e simplistas. Dessa forma, espera-se que o estudante ao longo de sua formação (re)construa uma visão “adequada” da NdC, favorecendo uma aprendizagem que contemple aspectos presentes na construção do conhecimento científico. Diante disso, temos a seguinte questão norteadora desta investigação: Qual a visão de estudantes de um curso de licenciatura em química, a respeito do que fazem os cientistas quando estão envolvidos em práticas científicas?

As práticas científicas, no contexto deste trabalho, referem-se a distintas ações voltadas à aprendizagem científica com vistas ao letramento científico¹, como apresentado pelo documento norte americano NRC (2012). Não se referem a somente atividades experimentais e/ou laboratoriais, mas constituem ações ou recursos que os cientistas utilizam para investigar e construir teorias e modelos acerca dos fenômenos de interesse. Este documento, acima mencionado, apresenta e descreve oito práticas científicas: fazer perguntas; desenvolver e usar modelos; planejar e realizar investigações; analisar e interpretar dados; utilizar matemática e pensamento computacional; construir explicações; envolver-se em argumentos a partir de evidências; e, obter, avaliar e comunicar informação. As práticas científicas, segundo Lacey (2008) apresentam interesses tanto cognitivos quanto sociais e, os valores trazidos pelos cientistas contribuem para a escolha do que será investigado e as metodologias utilizadas.

As práticas científicas respondem a interesses tanto cognitivos (epistêmicos) quanto sociais/éticos [...] há momentos em que os valores podem ter papéis legítimos [...] particularmente quando o conhecimento científico é aplicado tecnologicamente, e escolhas específicas são feitas a respeito dos fenômenos a serem investigados e dos métodos a serem utilizados (Lacey, 2008, p.1)

Analisar as compreensões de licenciandos, ou seja, de futuros professores de Química a respeito das práticas de um cientista, possibilita-nos conhecer o que eles apresentam de conhecimentos sobre alguns aspectos da Natureza das Ciências, ou mesmo, sobre a construção do conhecimento científico. Nesta perspectiva, este artigo apresenta como objetivo identificar e analisar compreensões de estudantes de um curso de Licenciatura em Química a

¹ Letramento científico é a compreensão do conhecimento científico, conceitos e processos, necessários para a tomada de decisão pessoal, participação cívico e culturais, e na produtividade econômica. Ou seja, o indivíduo pergunta e determina respostas, a partir de suas experiências diárias, com aptidões para prever, explicar e prever fenômenos (NRC, 1996).

respeito do que fazem os cientistas quando estão envolvidos em práticas científicas.

Algumas considerações acerca da Natureza da Ciência

De acordo com Portugal e Broietti (2020) o conhecimento científico pode ser utilizado na sociedade para proporcionar conforto e lazer, melhorar o bem estar, facilitar a comunicação e auxiliar na tomada de decisão. Quando o conhecimento científico é usado na tomada de decisão, podemos associá-lo ao conceito de letramento científico, como apresentado pelo NRC (1996). Considerando documentos nacionais, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o letramento científico é um dos compromissos da área de Ciências da Natureza: “envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências.” (BRASIL, 2018, p.321). Este documento também apresenta, em uma das competências específicas para o Ensino Fundamental:

1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais [...]. (BRASIL, 2018, p.324)

Essa compreensão da Ciência, citada acima, perpassa pelos aspectos da NdC. Nos estudos de Heerdt (2014) a autora apresenta a ciência como meio de conhecimento, que carrega consigo valores: “A NdC refere-se à Epistemologia da Ciência, à Ciência como meio de conhecimento, ou aos valores e crenças inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico” (LEDERMAN, 1992, apud HEERDT, 2014). A seguir, no Quadro 01, apresentamos uma síntese de alguns aspectos da NdC, compilados por Heerdt (2014).

Quadro 01: Aspectos da Natureza da Ciência (NdC)

ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA		
1	Conhecimento Provisório	O conhecimento científico, por meio de leis e teorias, podem sofrer alterações a partir de novas formas de pensar e evidências disponíveis. Esta modificação pode ser proveniente de avanços conceituais e tecnológicos, oportunizando nova forma de olhar e interpretar as evidências disponíveis.
2	Observação e inferência	A observação provém de afirmações descritivas de fenômenos, acessíveis por meio dos sentidos. As inferências são afirmações de fenômenos que não são diretamente acessíveis aos sentidos. Assim, a Ciência envolve uma combinação entre observações e inferência. Vale lembrar que as observações, inferências e interpretações são motivadas e direcionadas a partir de certas perspectivas teóricas.
3	Teorias científicas	A construção do conhecimento científico advém de interpretações repletas de teoria, assim, a observação de um cientista é diferente da de um leigo. As teorias científicas são bem estabelecidas, bem fundamentadas e internamente consistentes com um sistema de investigação. As teorias são responsáveis por um grande conjunto de observações, com grande abrangência, geram questões de pesquisa e orientam futuras investigações.
4	Modelos científicos	Os modelos representam fenômenos, ou alguns de seus aspectos, tornando-os descritíveis, observáveis, qualitativa e/ou quantitativamente. Em sua elaboração, carrega consigo as teorias de quem os elabora. São formas de aproximações da realidade que estabelece condições facilitadoras e viáveis para se chegar a certas explicações.

5	Pluralidade metodológica	Os cientistas observam, medem, comparam, testam, deduzem hipóteses, criam ideias e elaboram teorias e explicações. Assim, não existe uma única sequência de atividades que levará às respostas válidas, ou ao conhecimento verdadeiro. Ou seja, para se chegar ao entendimento do fenômeno ou do objeto investigado, a pesquisa pode ser conduzida mediante o emprego de diferentes estratégias.
6	Criatividade e imaginação	A produção do conhecimento científico envolve também imaginação e criatividade, não somente pensamento racional e sistemático. A criatividade e imaginação são importantes durante toda a investigação, em especial na interpretação dos dados.
7	Caráter social e cultural	A Ciência não é socialmente neutra. A Ciência afeta e é afetada pelos vários elementos culturais da cultura que está inserida, tais como, as estruturas de poder, a política, os fatores socioeconômicos, religiosos e filosóficos.
8	Valores	A Ciência, como empreendimento humano, está inserida na cultura que a emana, refletindo os valores e as normas desta sociedade em um dado momento. O uso deste conhecimento, muitas vezes, pode ser considerado ético e/ou antiético. A ciência é feita tanto de valores cognitivos quanto de não cognitivos, englobando valores pessoais e sociais no qual a comunidade científica está inserida.

Fonte: adaptado de Heerdts (2014)

A seguir apresentamos o caminho metodológico e o contexto da pesquisa.

Caminho metodológico

Considerando que o objetivo deste estudo está em identificar e analisar compreensões de estudantes de um curso de Licenciatura em Química a respeito do que fazem os cientistas quando estão envolvidos em práticas científicas, fez-se o uso da abordagem qualitativa de natureza interpretativa. Segundo Bogdan e Biklen (1994) o objetivo da investigação não está somente no produto final, mas em analisar o processo, com toda sua complexidade. Os dados são provenientes das respostas escritas de dez estudantes de um curso de licenciatura em química, de uma universidade estadual situada no Paraná. A questão proposta foi: Em sua opinião, o que os cientistas realmente fazem quando estão envolvidos em Práticas Científicas? (escreva o máximo que souber)².

As respostas foram analisadas à luz da Análise de Conteúdo (AC) (MORAES, 1999). Para este autor, a AC é constituída por 5 etapas, temos: i) preparação das informações – o *corpus*, que são os documentos que representam informações para a pesquisa, correspondem as respostas escritas de dez estudantes; ii) unitarização – após leitura do *corpus*, foram definidas unidades de análise a partir da compreensão dos aspectos da NdC, apresentados no Quadro 01; iii) categorização – os aspectos da NdC (Quadro 1) foram utilizados como categorias a *priori*; iv) descrição – foi realizada a produção de um texto, expressando o significado de cada uma das unidades de análise; e v) interpretação – compreensão mais aprofundada das mensagens, mediante exploração dos significados de cada um dos aspectos da NdC.

² Tal questão foi enviada aos estudantes via formulário do *Google Forms*, no último trimestre do ano de 2020, uma vez que a instituição de ensino ofereceu a disciplina via remota, pelo *Classroom*, devido a pandemia de Covid-19. Trata-se de uma pergunta inicial de uma coleta de dados que compõe uma tese de doutoramento de um dos autores, com o objetivo de investigar a respeito da aprendizagem científica. Esta foi uma questão aplicada no primeiro dia de aula da disciplina: Química na Escola, cuja carga horária foi de 30 horas semestrais. A disciplina é anual, ministrada para estudantes do segundo ano do curso, sendo que o primeiro semestre é voltado ao aprofundamento teórico acerca de aspectos do ensino de Química, por meio da aprendizagem científica e proposições metodológicas.

Resultados e Discussão

Apresentamos inicialmente, no Quadro 02, um panorama geral dos aspectos da NdC identificados nas respostas dos estudantes.

Quadro 02: Aspectos da NdC identificados

	Aspecto 1	Aspecto 2	Aspecto 3	Aspecto 4	Aspecto 5	Aspecto 6	Aspecto 7	Aspecto 8
Estudante 1							x	x
Estudante 2		x						
Estudante 3	x				x			x
Estudante 4		x					x	
Estudante 5	x	x	x					
Estudante 6							x	
Estudante 7							x	
Estudante 8							x	
Estudante 9	x		x				x	x
Estudante 10	x	x					x	x

Fonte: Autoria própria (2021)

Foram identificadas quatro respostas que mencionavam o aspecto da provisoriedade do conhecimento científico – aspecto 1. Algumas respostas referiram-se que com o tempo, novas explicações surgem, confirmando aquilo que já é conhecido, ou refutando algumas ideias. Um exemplo é a resposta do estudante (E5): “*Os cientistas estudam algum assunto com o objetivo de preencher uma lacuna no conhecimento ou para refutar alguma teoria*”. Segundo Heerdt (2014) essas mudanças são possíveis mediante avanços tecnológicos e conceituais, possibilitando olhar diferente para as evidências e reinterpretá-las a luz de teorias novas ou revistas. Corroborando este aspecto: “O conhecimento científico, embora confiável e durável, nunca é absoluto ou certo. Este conhecimento, incluindo fatos, teorias e leis, está sujeito a alterações” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 502, apud HEERDT, 2014, p. 44).

Em relação ao aspecto 2 – observação e inferência, foram identificadas quatro respostas. Alguns estudantes mencionaram que quando os cientistas estão envolvidos nas práticas científicas fazem observações de algum tema. O estudante (E10) menciona: “*Os cientistas prestam atenção especial às coisas sobre as quais temos curiosidade e tentamos entender como funcionam*”, ou seja, os cientistas observam a fim de inferir algo a respeito. De acordo Heerdt (2014) grande parte das construções científicas são inferenciais, uma vez que podem ser acessadas mediante sua manifestação ou efeito, ou seja, a Ciência envolve a combinação entre a observação (diretamente acessível aos sentidos) e inferência (que vai além dos sentidos).

Em relação ao aspecto 3 – teorias científicas, foram identificadas em duas respostas. O estudante (E5) citou que os cientistas, quando estão envolvidos nas práticas científicas, ficam “*criando uma teoria*”. O estudante (E9) coloca que algumas teorias podem ainda não estar totalmente estabelecidas, podendo ser modificadas a partir de novas perspectivas: “*refletem sobre todos os conceitos previamente descobertos por outros pesquisadores e exploram a natureza de modo a expor novas teorias e novas visões sobre o mundo*”. A ideia de teorias científicas foi pouco mencionada pelos estudantes (2 respostas), podendo demonstrar certo desconhecimento do papel das teorias científicas, tanto na observação e na compreensão dos

fenômenos. Neste sentido, compreendemos o conceito de teoria abrangendo uma “série de observações e inferências, que são capazes de criar um modelo para explicar algo complexo e, que eventualmente, auxiliam pesquisadores a olharem para fenômenos naturais a partir de um novo olhar” (PORTUGAL e BROIETTI, 2020, p. 8).

Os aspectos 4 – modelos científicos, e 6 – criatividade e imaginação, não foram identificados nas respostas dos estudantes. Possivelmente eles não consideraram que, quando os cientistas estão envolvidos em práticas científicas, estes possam fazer uso e/ou desenvolver modelos. “Compreender os modelos como um alicerce no desenvolvimento da Ciência permite-nos melhorar nosso conhecimento em relação à NdC e reconhecer as bases nas quais se desenvolve o conhecimento científico” (MORRISON; MORGAN, 1999, apud HEERDT, 2014, p. 48). No que diz respeito à criatividade e a imaginação, embora também não mencionadas, ressaltamos que a criatividade é a fonte de inovação e inspiração na ciência, antes e depois da investigação, em especial na interpretação dos dados (HEERDT, 2014). Em relação a estes dois aspectos, na BNCC, em algumas das habilidades da área de Ciências da Natureza, menciona-se que o uso de modelos (simuladores) são úteis para previsões. Há menções também sobre os processos criativos -: “supõem o uso e o aprofundamento do conhecimento científico na construção e criação de experimentos, modelos, protótipos para a criação de processos ou produtos que atendam a demandas para a resolução de problemas identificados na sociedade” (BRASIL, 2018, p.478).

Em relação ao aspecto 5 – pluralidade metodológica, compreendida segundo Lacey (2012, apud HEERDT, 2014) por uma investigação sistemática, conduzida mediante quaisquer estratégias metodológicas, desde que seja apropriada ao entendimento do objeto ou fenômeno de interesse, encontramos apenas a resposta do estudante E3: “*A prática científica consiste no emprego de metodologias bem definidas para investigar algum processo*”. A maioria das respostas, em contraposição, mencionam uma ideia de método único, rígido (o método científico). A título de exemplo apresentamos algumas respostas: “*utilizando o método científico. Propõem uma hipótese, realizam uma extensa leitura de trabalhos e artigos disponíveis, após executam sua hipótese e a avaliam.*” (E2). “*utilizam o método científico, no qual eles levantam uma hipótese, fazem testes*” (E5); “*de pesquisas empíricas e teóricas*” (E9). A este respeito, Portugal e Broietti (2020), também encontraram resultados semelhantes, no qual os estudantes apresentaram a ideia de um único método, rígido, para se chegar às respostas de uma investigação. Osborn *et al* (2003, apud HEERDT, 2014) apontam que muitos estudantes vêm as metodologias somente como ensino de técnicas e nem sempre como uma forma de testar hipóteses.

Em relação ao aspecto 7 – caráter social e cultural, indícios foram identificados em sete respostas. Os estudantes escreveram que quando os cientistas estão envolvidos na Ciência, suas práticas “*podem envolver divulgação científica [...] escrita de artigos científicos*” (E1); “*Assim é o trabalho do cientista comunicar aos outros cientistas (e a todas as pessoas) sobre suas descobertas, havendo assim um progresso.*” (E10); “*capaz de trazer uma diferente realidade a sociedade*” (E9). O caráter social da NdC está presente por meio da comunidade científica, nas publicações científicas, na divulgação das descobertas científicas, e quando promovem uma mudança na sociedade. Vale destacar que este foi o aspecto de maior ocorrência nas repostas dos estudantes. Portugal e Broietti (2020), em sua pesquisa, relatam que todos os estudantes forneceram respostas indicando haver relação de troca entre a sociedade, a cultura e a ciência e como ela se desenvolve. Segundo Heerdt (2014) a ciência afeta e é afetada por esferas culturais e intelectuais de onde está inserida.

Em relação ao aspecto 8 – valores, indícios foram identificados em quatro respostas. As incidências, em algumas delas, estavam relacionadas as escolhas que os cientistas fazem ao nomear uma determinada linha de investigação, ou seja, os valores pessoais e teóricos

contribuem para isso; neste sentido o estudante (E10) escreve “*Os cientistas estão interessados no mundo que os rodeia*”, ou seja, ao olhar o mundo que o rodeia, ele escolhe determinada dimensão para olhar, investigar, mobilizados por valores que ele traz consigo. Em outra resposta, o estudante aponta benefícios ao bem estar da humanidade, e outros avanços que podem levar a destruição em massa: “*seja ela benéfica como os avanços nas áreas da saúde, economia, ambiental, social, entre outras inovações, ou maléfica como avanços em arsenais de guerra muito observado em nossa história*” (E9). A respeito disso, Heerdt (2014) apresenta alguns referenciais: um deles é a respeito do aspecto ético ou antiético do conhecimento científico, sobre o que seria censurável, neste caso, seria o próprio conhecimento ou o uso dele? Outros argumentos trazidos pela autora discutem se haveria a imparcialidade da ciência, uma vez que nas práticas científicas há valores, que nem sempre se apresentam de forma clara, por exemplo, pela escolha que os cientistas fazem sobre o que investigar; pela interpretação dos dados que dependem da teoria utilizada; e pelo conhecimento científico que não pode ser dissociado das aplicações. Na sequência apresentamos nossas considerações.

Considerações Finais

Mediante as análises, foram observados indícios de 6 dos 8 aspectos relacionados a NdC. Os estudantes apresentaram compreensões acerca das atividades científicas, reconhecendo: seu caráter provisório; a importância da observação e inferência em sua prática; o estabelecimento de teorias; seu caráter social e cultural; a ciência refletindo valores e normas da sociedade; e a pluralidade metodológica, embora este último aspecto tenha sido identificado em apenas uma resposta. Dois aspectos não foram identificados nas respostas dos estudantes investigados e se referem ao uso de modelos científicos para representar fenômenos de interesse ou alguns de seus aspectos; e a criatividade e imaginação, como aspectos importantes, principalmente, na interpretação dos dados.

Tais resultados sinalizam que aspectos da NdC precisam ser constantemente discutidos em distintas disciplinas nos cursos de licenciatura em química, a fim de que os estudantes compreendam de forma mais clara e aprofundada estes aspectos e as implicações de tais compreensões na forma como se dá a construção do conhecimento científico.

Referências

- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- GIL PÉREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho Científico. **Ciência e Educação**, V.7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- HEERDT, B. **Saberes docentes: gênero, natureza da ciência e educação científica**. 2014. 239 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.
- LACEY, H. Aspectos cognitivos e sociais das práticas científicas. **SCIENTIAE studia**, v. 6, n. 1, p. 83-96, 2008.
- MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **National Science Education Standards**. Washington, DC: National Academy, 1996. 272p.

_____. **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards, 2012. 320p.

PORTUGAL, K. O.; BROIETTI, F. C. D. Visões acerca da natureza da ciência de formandos em licenciatura em química. **ACTIO: Docência em Ciências**, v.5, n. 1, p. 1-18, 2020.