

Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática



ENTENDIMENTOS DE CIÊNCIA AO LONGO DE UM CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

SCIENCE UNDERSTANDINGS OF STUDENTS ALONG A BIOLOGICAL SCIENCES UNDEGRADUATE COURSE THAT FORMS SCIENCE AND BIOLOGY TEACHERS

Pedro Leal de Souza
Licenciando em Ciências Biológicas
Universidade Federal do Rio Grande – FURG
lealpedro30@gmail.com

Peterson Fernando Kepps da Silva
Mestre e doutorando em Educação em Ciências
PPGEC – FURG
keppspeterson@gmail.com

Lavínia Schwantes
Doutora em Educação em Ciências CEAMECIM – FURG
laviniasch@furg.com

Resumo

As pesquisas no campo da Educação em Ciências têm nos mostrado como as reflexões em torno da História e Filosofia da Ciência (HFC) contribuem para a formação de professores mais críticos. No presente trabalho, objetivamos investigar os entendimentos que duas turmas de um curso de Ciências Biológicas Licenciatura possuem acerca da ciência. Aplicamos em ambas, um questionário com dez questões tanto na entrada no curso, quanto na saída. Dessas dez, selecionamos uma: diga o que você entende por ciência? Conseguimos, analisar como esse entendimento se modificou ou não e articula-lo com diversos autores da HFC como Chalmers (1993) e Feyerabend (1977) além de outros mais contemporâneos como Lyotard (2009) e Sousa-Santos (2008). A multiplicidade presente nas respostas, nos possibilitou inferir se há ou não uma influência do curso sobre as concepções dos estudantes e a importância dessas discussões para a formação docente.

Palavras-chave: Ciência. Formação de professores. História e Filosofia da Ciência. Educação em Ciências.

Abstract

Research in the field of Science Education has shown us how discussions on the History and Philosophy of Science (HFC) contribute to the formation of more critical teachers. In the present article, we aim to investigate the understandings that two classes in a Biological Sciences course have about science. In both, we applied a questionnaire with ten questions at the entrance to the course and at the exit. Of these ten, we selected one: say what do you mean by science? We were able to analyze how this understanding changed or not and articulate it with several HFC authors such as Chalmers (1993) and Feyerabend (1977) in addition to more contemporary ones such as Lyotard (2009) and Sousa-Santos (2008). The multiplicity present in the answers, enabled us to infer whether there is an influence of the course on the students' conceptions and the importance of these discussions for teacher education.

Keywords: Science. Teacher training. History and Philosophy of Science. Science Education.

1 INTRODUÇÃO

Com as discussões em torno da História e Filosofia da Ciência (HFC) desenvolvidas em inúmeras pesquisas no campo da Educação em Ciência, se tornam cada vez mais evidentes as possibilidades que estas trazem para a formação de um professor menos técnico e mais crítico. Neste sentido, autores como Chalmers (1993), Feyerabend (1977), Latour (2000) e outros – que trabalham com problemáticas que envolvem HFC – têm nos ajudado a pensar sobre a formação de professores das Ciências Naturais e os entendimentos que esses podem ter acerca da ciência. Autores da HFC nos permitem entender, por exemplo, como a ciência ganhou legitimidade ao longo da história, como se desenvolve ao longo do tempo ou como se produz um resultado científico.

Matthews (1995), Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), e Santos e Schnetzler (2010), na área da educação em ciências, também são pesquisadores que nos instigam e fazem perceber a importância da relação entre a tríade: formação de professores e HFC. Segundo eles, essa articulação possibilita que a formação do professor seja ampliada pela possibilidade de pensamento que a HFC estimula.

Muito tem se discutido sobre como o Ensino de Ciências vem se desenvolvendo afastado da HFC. Diversos estudos como os já citados Matthews (1995), Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), e Santos e Schnetzler (2010) apontam a necessidade de uma alfabetização científica, de modo a problematizar a ciência, aproximá-la dos interesses da comunidade e dar mais significado e contexto aos conteúdos científicos. Quando inserida na formação dos professores, a HFC pode auxiliar também na compreensão da estrutura das ciências além do espaço que elas ocupam na sociedade e seus objetivos, contribuindo para a formação de um professor menos técnico e mais crítico (MATTHEWS, 1995; SILVA e DELIZOICOV, 2008).

Destacamos também que não estamos buscando colocar a HFC como a provedora de todas as repostas para as problemáticas do Ensino de Ciências. Para Matthews (1995), apesar da HFC não ser capaz de oferecer todas as repostas, pode apresentar algumas delas: humanizar as ciências e aproximá-la dos interesses da comunidade, tornar as aulas de ciências da natureza mais desafiadoras e reflexivas permitindo o desenvolvimento de um pensamento mais crítico; isto é, de um olhar mais atento e reflexivo diante da própria produção científica.

Assim, neste trabalho, objetivamos investigar as concepções dos estudantes sobre ciência de duas turmas de Licenciatura em Ciências Biológicas, tanto no seu ingresso no curso de graduação quanto no término deste. Procuramos apreender os entendimentos que eles têm acerca desta área do saber e como o curso de graduação analisado pode desenvolver esses entendimentos na formação dos futuros professores.

Articulada a essa investigação, discutiremos ainda a importância e a relevância de que os futuros professores formados no curso tenham um amplo entendimento sobre a ciência e as suas formas de produção na contemporaneidade. Entendemos que quando os professores entendem os processos que se dão no desenvolvimento da ciência atual e aqueles que se deram na história, conseguem pensar alternativas para o ensino da sua área.

Como se trata de uma turma de licenciatura, consideramos que o entendimento que os graduandos investigados possuem sobre o que seria a ciência, afetaria o modo como organizam o ensino da sua matéria/disciplina – no caso dos sujeitos aqui estudados, as disciplinas de Ciências e Biologia. A forma como o professor (ou futuro professor) enxerga ou entende a sua

área como um todo, é um dos fatores que pode nortear a sua prática pedagógica, fazendo com que professores ensinem de diferentes formas as temáticas científicas, já que possuem visões distintas inclusive acerca da sua área de atuação profissional.

Na seara dessa discussão, traremos autores que podem ser vinculados a HFC bem como alguns outros ligados às correntes pós-modernas de pensamento, que buscam problematizar, principalmente, os entendimentos provenientes da emergência da ciência moderna. Desde essa emergência, a ciência tem sido comumente associada a um processo direto e indutivo, pautado no uso do método científico e com o objetivo de determinar conceitos universais objetivos sobre o mundo a sua volta (CHALMERS, 1993). Isto é, a ciência moderna procura buscar, sobretudo, as verdades supostamente universais e absolutas por trás dos fenômenos e para isso, precisou criar um método que fosse considerado “confiável”.

Antes de prosseguirmos para os caminhos metodológicos da pesquisa, precisamos pontuar que ao fazermos as reflexões contidas neste texto e lançarmos questionamentos acerca da ciência não estamos buscando deslegitimar ou desconsiderar a sua relevância e importância para a humanidade. Não há dúvidas que os resultados e conhecimentos produzidos pela atividade científica promoveram o desenvolvimento das sociedades como um todo. Portanto, estamos interessados em apresentar e promover discussões sobre os entendimentos provenientes dos estudantes investigados, futuros professores das Ciências Biológicas.

2 DETALHAMENTO DO QUESTIONÁRIO (LOCAL DA PESQUISA, AMOSTRAGEM, COLETA E ANÁLISE DE DADOS)

O trabalho foi desenvolvido em duas turmas do curso de Ciências Biológicas Licenciatura em uma universidade no sul do país. Para visualizarmos os entendimentos dos conceitos de ciência, foi aplicado um questionário impresso com dez questões, cinco dissertativas e cinco objetivas. Essas questões referiam-se às compreensões sobre a ciência e a produção científica e à obtenção de informações sobre os processos de ensino e aprendizagem vividos pelos estudantes tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior. Conforme Gil (2014), o questionário é uma das técnicas importantes para obtenção de dados nas pesquisas que tem como objetivo o conhecimento de concepções e opiniões. Além disso, o autor destaca que o uso do questionário possibilita a obtenção de dados de um maior número de sujeitos, o que também era nossa intenção.

Para maior discussão dos dados obtidos por meio das dez perguntas do questionário, neste trabalho, selecionamos apenas uma na qual os estudantes poderiam responder livremente sem nenhuma limitação de alternativas pré-concebidas, a saber: “Diga o que você entende por Ciência”. Essa pergunta foi a que mostrou maior diversidade de respostas e é aquela que nos permite as discussões articuladas aos autores da HFC.

Para produzir os dados, foi necessário realizar contato com um professor de cada semestre de cada uma das turmas investigadas e, após o consentimento destes, foram marcadas datas de aulas específicas para aplicação dos questionários, que levaram até 20 minutos para serem respondidos. Foram aplicados questionários no ano de ingresso das turmas, em 2015 e em 2016; e no ano de conclusão do curso, em 2018 e 2019. Nossa intenção era fazer um estudo longitudinal, procurando analisar de que formas os entendimentos acerca das questões selecionadas se modificou ou não ao longo do curso de graduação. Abaixo, para melhor

visualização, temos especificado o número de estudantes ingressantes e formandos em cada ano analisado:

Quadro 1 - Nº de estudantes de Ciências Biológicas ingressantes e formandos por ano.

	2015 entrada (1º semestre)	2018 saída (8º semestre)	2016 entrada (1º semestre)	2018 saída (8º semestre)
Nº estudantes de Ciências Biológicas	19	16	34	20

Fonte: autores, 2020.

É importante destacar que, como o questionário não obrigava a identificação, não temos como afirmar que se trata do mesmo grupo no início e no final do curso. Muitos alunos que entraram em 2015 ou 2016 ainda não eram formandos em 2018 e em 2019, respectivamente. E outros que não ingressaram em 2015 ou 2016 podem ter se unido aos grupos concluintes no final do curso.

Recolhidos os questionários respondidos, em grupo, lemos todas as respostas das perguntas dissertativas analisadas em todos os anos (2015, 2016, 2018 e 2019) e, a partir destas respostas, criamos categorias comuns para agrupá-las quando as mesmas se assemelhavam em significado. Isso quer dizer que não tínhamos as categorias dadas *a priori* da análise. Ou seja, fomos construindo cada uma delas mediante a leitura. Dessa forma, já desde a escolha do método da pesquisa, seguimos os princípios de Feyerabend (1977) sobre a multiplicidade metodológica necessária à ciência e desenvolvida juntamente com a teoria que a respalda. Este autor discute o quanto a ciência compreende uma grande variedade de abordagens teóricas, fenomenológicas e experimentais e, por proceder de maneiras diferentes, não há como um único método possibilitar sua construção. Para ele, não há apenas um meio a que se possa sempre recorrer (IDEM, 1977).

Dessa forma, a organização inicial das respostas, bem como a análise articulada às leituras e discussões sobre HFC, foram realizadas por integrantes de um grupo de pesquisa voltado aos estudos em educação em ciências. Integram este grupo, estudantes de/com graduação em cursos como Ciências Biológicas, História, Pedagogia e Matemática, sendo estes alunos de iniciação científica ou de pós-graduação (mestrado e doutorado) da área em questão. Assim, nossa caracterização não seguiu uma metodologia existente já determinada na literatura científica, pois entendemos, a partir de Feyerabend (1977) – já citado – e de outros autores estudados no grupo (Latour, 2000; Sousa-Santos, 2008; Foucault, 1999), que podemos desenvolver a metodologia junto ao desenrolar da pesquisa, mas sempre articulada com as teorias que a embasam. Por este mesmo motivo, retomamos nossa intenção com a pesquisa que é a discussão das compreensões de ciência, baseados em pressupostos da HFC, dos estudantes de Ciências Biológicas na entrada e na saída de seu curso de formação no Ensino Superior.

Fomos construindo nossa metodologia para a análise ao longo da pesquisa. Por se tratar de um trabalho em que discutimos propriamente o fazer científico, de certa forma, entraríamos em contradição com os autores que agregamos em nossa discussão se utilizássemos um método padrão ou já definido. Por isso, tomamos a liberdade de trilhar o caminho que entendemos como o mais pertinente para o desenvolvimento do estudo. Entendemos que essa “liberdade” pode ser produtiva no sentido que permite aos autores repensarem sua própria prática científica, além de buscar estratégias, criar caminhos e maneiras diferentes para se alcançar o objetivo desejado.

Além disso, sobre as categorias construídas no grupo, por vezes, foram utilizadas as palavras citadas pelos próprios respondentes, mas, a maioria delas não é exatamente idêntica à escrita das respostas e, sim, corresponde à ideia principal das colocações trazidas pelos estudantes investigados. A título de exemplo, na pergunta, “diga o que você entende por Ciência?”, as respostas literais de dois estudantes investigados foram: “Qualquer forma de produção de conhecimento” e “Estudo do meio ambiente e produção de conhecimento”. Essas duas respostas foram encaixadas em uma mesma categoria: Consiste em estudo/produção de conhecimento. As respostas “estudo de tudo ao nosso redor” e “a ciência é tudo que está ao nosso redor, que faz parte da nossa vida” também foram agrupadas juntas na categoria C “É estudo de tudo/está em tudo”.

No entanto, é importante salientar ainda que uma resposta pode ser encaixada em mais de uma categoria quando esta apresentava similaridades variadas que permitiam esse enquadramento. Exemplificamos com a resposta literal já citada “Estudo do meio ambiente e produção de conhecimento”, que também foi encaixada na categoria: Estudo da vida (transformação física, química, psico, relações) /fenômenos naturais/estudo do meio. Ou “Tudo a nossa volta e cotidiano. A natureza que nos cerca e as pequenas coisas que fazemos no dia a dia” que foi encaixada nas categorias “É estudo de tudo/está em tudo” e “Está relacionada ao dia a dia/cotidiano”. Assim, o número de respostas que serão dispostos nos quadros dos resultados a seguir é maior que o número de respondentes ao questionário em cada um dos anos.

Os quadros estão organizados com as categorias criadas a partir da leitura e análise inicial das respostas; o número de vezes em que os temas das categorias são mencionados pelos estudantes; e com o ano de entrada e saída dos mesmos. A disposição dos dados nos quadros nos ajuda a compilar o grande número de informações e visualizá-las de forma mais clara.

Por fim, após esse detalhamento, passamos a discutir as respostas dos professores em formação do curso de Ciências Biológicas Licenciatura.

3 O QUE OS ESTUDANTES ENTENDEM POR CIÊNCIA?

No quadro 2, apresentamos um quadro comparativo que aponta as categorias criadas a partir das respostas dos estudantes que iniciavam o curso de Ciências Biológicas, em 2015 e 2016 e os que concluíram em 2018 e 2019.

Quadro 2 - Diga o que você entende por Ciência: percentual das categorias nos anos de 2015, 2016, 2018 e 2019.

CATEGORIAS		Grupo 1		Grupo 2	
		Nº de vezes mencionada em 2015 (entrada)	Nº de vezes mencionada em 2018 (saída)	Nº de vezes mencionada em 2016 (entrada)	Nº de vezes mencionada em 2019 (saída)
A	É estudo das coisas/são áreas da ciência	3 (10%)	5 (22,7%)	11 (23,9%)	-
B	Consiste em estudo produção de conhecimento	3 (10%)	4 (18,2%)	5 (10,9%)	3 (11,1%)
C	É estudo de tudo/está em tudo	2 (6,6%)	2 (9,1%)	1 (2,2%)	3 (11,1%)

D	Faz uso de experimento/uso de teste/é estudo experimental	2 (6,6%)	1 (4,5%)	1 (2,2%)	4 (14,8%)
E	Faz uso do método moderno (cita ou não as etapas)	2 (6,6%)	1 (4,5%)	1 (2,2%)	5 (18,5%)
F	Consiste em questionar e procurar respostas/ter curiosidade das coisas/fazer perguntas	2 (6,6%)	-	4 (8,7%)	2 (7,4%)
G	É explicação e comprovação é comprovado por experimento	3 (10%)	-	2 (4,3%)	-
H	É conhecimento conteúdos	2 (6,6%)	2 (9,1%)	3 (6,5%)	2 (7,4%)
I	É o estudo da vida (transformação física, química, psicológica, relações) fenômenos naturais/estudo do meio	3 (10%)	1 (4,5%)	8 (17,4%)	5 (18,5%)
J	Questiona a produção da ciência/é comprovação ou não	1 (3,3%)	-	-	1 (3,7%)
K	É teoria/o pensar e pôr em prática	-	1 (4,5%)	-	1 (3,7%)
L	Está relacionada ao dia a dia/cotidiano	2 (6,6%)	2 (9,1%)	-	1 (3,7%)
M	Não é restrita a laboratório/academia	-	2 (9,1%)	-	-
N	Consiste em algo não místico	1 (3,3%)	-	-	-
O	É pesquisa	-	-	1 (2,2%)	-
	É uma ferramenta	1 (3,3%)	-	-	-
	Não respondeu	3 (10%)	1 (4,5%)	9 (19,6%)	-
	Total	30 (100%)	22 (100%)	46 (100%)	27 (100%)

Fonte: autores, 2020.

É possível, imediatamente após uma primeira análise no quadro acima, observar a variedade de categorias geradas a partir da pergunta sobre o que é ciência. Isso mostra a dificuldade inicial que tivemos em criar as categorias e pode ser discutido a partir de três elementos. Primeiro, fizemos um movimento de análise das respostas expressas nas categorias a partir do contexto atual em que estamos inseridos, pensando em qual é o espaço para o saber e a ciência na contemporaneidade. Para tanto, trouxemos para a discussão autores como Lyotard, Sousa-Santos e Veiga-Neto.

Em um segundo momento, passamos a discutir essas respostas pautados nos entendimentos sobre a ciência de autores da seara da HFC. E num terceiro momento, nos permitimos extrapolar essas análises, considerando o contexto regional do curso de graduação analisado e desenvolvemos algumas inferências sobre o mesmo.

Procuramos analisar as categorias unindo-as em torno do que chamamos entendimento “amplo” ou “filosófico” sobre ciência (categorias A, B, C) e entendimento “restrito” ou “moderno”, focado nas questões metodológicas da ciência (categorias D, E, F, G). Há ainda um entendimento restrito à ligação da ciência com a Biologia (I). As demais categorias podem ser trazidas na discussão conforme for possível, pois não nos atentamos a elas devido ao baixo número de indivíduos que as citaram.

Com estes esclarecimentos iniciais, percebemos que os grupos são heterogêneos entre si. O primeiro grupo 1 investigado (2015-2018) parece ampliar o seu entendimento de ciência aumentando os índices nessas três primeiras categorias que criamos, ao passo que o segundo grupo 2 (2016-2019) parece restringir mais o seu entendimento direcionando-o para questões de método, comprovação e experimentação. Há ainda um dado interessante nessa pesquisa: a categoria “não respondeu” diminui nos dois grupos pesquisados, chegando a zero no segundo. Esse fato pode causar certo desconforto ao verificar que um estudante formando no primeiro grupo ainda não consiga definir sua área após quatro anos de curso. Ao mesmo tempo, esse dado pode auxiliar em discussões futuras e melhorias no próprio desenvolvimento do curso investigado.

Para discussão das categorias A, B, C (é estudo das coisas/são áreas da ciência; consiste em estudo/produção de conhecimento; é estudo de tudo/está em tudo) que compõe o que chamamos entendimentos amplos, usaremos as reflexões filosóficas em torno do que constitui a ciência sob o olhar da comparação entre o que tem se convencido chamar perspectivas modernas e pós-modernas, com o auxílio, principalmente, de referenciais como Lyotard (2009) e Sousa-Santos (2008).

Essas três categorias que se reúnem em torno da ideia de que a ciência é “estudo” de tudo ou de alguma coisa, podem vincular-se ao que, numa revisão simplificada, como mesmo esclarece o autor, Veiga-Neto (1998), também vinculado às perspectivas ditas pós-modernas, tentou mapear as discussões em torno do estatuto da ciência e da atividade científica, procurando apontar os caminhos seguidos até que se chegasse ao entendimento que se tem sobre a ciência na contemporaneidade, trazendo à baila uma discussão de como as teorizações da pós-modernidade têm produzido novos entendimentos sobre a mesma. Descrevendo diferentes vertentes de estudo para compreendermos a ciência, o autor posiciona a similaridade que essas têm: desconfiar da perspectiva moderna de emergência da ciência que a coloca como o maior e melhor meio produtor das verdades de/sobre nosso mundo, fazendo uso do método científico como pilar de sua legitimidade. Assim, essas vertentes rejeitam “um pensamento totalizante, as metanarrativas iluministas, os referenciais universais, as transcendências e as essências” (VEIGA-NETO, 1998, p. 145).

Dado esse questionamento inicial sobre as bases seguras da ciência, num enfoque mais amplo do pensamento contemporâneo – ou, podemos dizer pós-moderno –, apontamos as duas categorias A e B. Ambas nos levam a apontar uma correspondência a essa visão do que seja a ciência podendo se alinhar à discussão da revisão de Veiga-Neto (1998) e às perspectivas tanto de Lyotard (2009) quanto de Sousa-Santos (2008).

Sousa-Santos (2008) trata a modificação do entendimento de ciências trazendo dois paradigmas coexistentes hoje: o paradigma dominante – aquele ao qual o entendimento de ciência moderna pertence – e um paradigma emergente, resultado da crise do primeiro. O autor define o paradigma dominante como aquele campo teórico estabelecido a partir da ideia de racionalidade da revolução científica do século XVII que tem as Ciências Naturais como modelo de veracidade científica que, com suas regras internas e métodos deterministas, tornou-se instrumento privilegiado de análise sobre o mundo a nossa volta. No entanto, ao analisar as respostas de A, B e C destacamos um contraponto a essa compreensão dominante de ciências exposta por Sousa-Santos.

Essa amplitude do entendimento de ciência apresentada em A, B e C pode ser analisada como resultado das modificações de nossa sociedade resultando no que se tem chamado de epistemes moderna e pós-moderna. Para Sousa-Santos (2008), vivemos em uma fase de

transição, na qual ambos os paradigmas convivem, pois, a ciência, enquanto caminho seguro para a produção do conhecimento, tem sido problematizada, mas segue em desenvolvimento. Lyotard (2009) centra sua análise a partir das mudanças nos jogos de linguagem dos saberes. Caracteriza a perspectiva do cenário pós-moderno como “o estado da cultura que afetaram as regras do jogo da ciência, da literatura e das artes, a partir do final do século XIX” (IDEM, 2009, p. 15).

Dentre estas transformações, podemos destacar as correntes que pensam a ciência para além da metodologia científica, como forma de produção cultural e social. Além disso, podemos nos questionar juntamente com Foucault (1999) quanto a constituição das verdades no mundo. A partir dos entendimentos do autor, começamos a pensar que as verdades absolutas tão buscadas pelo método científico são construções históricas e sociais e isso se contrapõe a muitas ideias fixas provindas da modernidade. Ideias essas que enfocam principalmente na busca incansável pela verdade absoluta através de um método único e universal.

Ao definirem de modo aberto que a Ciência é “o estudo das coisas” em A ou “está em tudo” em C ou ainda “é produção de conhecimento” em B, os estudantes dão as costas ao discurso do paradigma moderno dominante da ciência; e até poderíamos aliá-los a uma perspectiva pós-moderna de ciência. Nessa perspectiva, vinculamos novamente Lyotard (2009), ao trazer que a pós-modernidade é antitotalitária, fazendo frente ao discurso metafísico, atemporal e universalizante, com o qual aproximamos as respostas dos estudantes. Para o autor, ainda, as novas linguagens derivadas da nossa era cibernética e tecnológica “escapam às amarras modernas de definições universais”, ao promover modificações em como se produz o saber, não mais somente pautado nos ideais da ciência moderna que procura identificar e descrever as regularidades do mundo (LYOTARD, 2009, p.9).

Ou seja, nos meandros dos entendimentos sobre ciência citados pelos estudantes, é possível perceber que há uma rede de concepções amplas, de apontamentos não fixos no que concerne ao contexto científico. Existe um pluralismo presente nas categorias A, B e C no qual nos leva a pensar, se não numa recusa por parte destes estudantes investigados ao ideário de ciência atrelada a um método único, ao menos a uma abertura no entendimento desta entidade que se tornou a ciência.

Em termos numéricos, somando as três categorias, no primeiro grupo, elas passam de 27% na entrada do curso a 49% na saída; resultado inverso do segundo grupo, que inicia com 37% e cai para 22% ao final. Esses resultados mostram a necessidade que temos de discutir com os futuros docentes, o entendimento e o lugar da ciência em seu campo de atuação. Ao mesmo tempo que o primeiro grupo acompanha as orientações filosóficas e problematização da ciência feitas na contemporaneidade, ao ampliar o seu entendimento de ciência como produção de conhecimento ou como “algo não místico” (3% em 2015), percebemos que o segundo grupo não apresenta tais posicionamentos. A diminuição em torno dessa concepção desamarrada das balizas da modernidade não persiste na saída da graduação deste segundo grupo (2016-2019). Isto é, o mesmo curso de formação de professores contempla diferentes modos de trabalho sobre e com a ciência ao longo de seus quatro anos. Alguns questionamentos acerca do direcionamento do curso podem ser feitos a partir deste dado. É interessante, ao nosso olhar, que um curso problematize todos esses entendimentos sobre a ciência para que os professores se tornem mais críticos e desenvolvam essa visão no seu trabalho docente. Para completar a discussão em torno da amplitude de conceitos, apontamos a categoria C “é o estudo de tudo” pensada noutra direção: um posicionamento extremo, totalizante, em que a ciência é todo conhecimento que temos acesso, ignorando outras formas de produção de saber. É possível que,

com este entendimento, os respondentes apostem numa ciência enquanto modelo global, negando outras formas de saber que não se pautem por seus princípios (SOUSA-SANTOS, 2008).

Partindo desta análise da categoria C, passamos ao segundo momento da discussão dos dados, em que discutimos os entendimentos dispostos nas categorias D, E, F, G, que se aliam ao entendimento de ciência do paradigma dominante, de acordo com a sistematização de Sousa-Santos (2008).

Algumas respostas foram agrupadas em categorias que apresentam características possíveis de serem associadas com a emergência da ciência moderna. Ao fazermos um breve resgate histórico de como surgiu o que conhecemos hoje como método científico, vemos que ele emerge atrelado à ciência moderna do século XVII. Nesse período, os principais objetivos da ciência eram associados à busca pela verdade. Por isso, foi importante para os estudiosos da época a sistematização de um método que fosse supostamente confiável e capaz de gerar conhecimento verdadeiro e universal. Como exemplo, citamos Bacon (1984) que contribuiu com esse movimento expondo a necessidade da experimentação e uma forma de pensar sistematicamente na descoberta do conhecimento. Neste sentido, conseguimos encontrar em seus trabalhos, descrições detalhadas e ordenadas da metodologia utilizada por ele, da forma que idealizou para desenvolver seus estudos. O método descrito gira em torno da experimentação, ou seja, foi construído tendo como base o empirismo. Para o autor, aquele que quiser saber algo verdadeiro a respeito da natureza deve experimentar por si só (BACON, 1984).

Além de Bacon, outro pesquisador, Descartes (2008) também contribuiu com sua filosofia para a construção do hoje denominado método científico, focando na necessidade do uso da racionalidade. Dessa forma, a partir destes dois nomes, o método se consolidou como um compilado das ideias e metodologias utilizadas até hoje pelos cientistas modernos. Vale destacar que estamos falando de estudiosos que pesquisavam a natureza pela perspectiva das áreas da física ou matemática e por isso, acreditavam que apenas com características empíricas, racionais e quantitativas, o método científico seria confiável e verdadeiro.

Conseguimos perceber observando as categorias de D a G (Faz uso de experimento/uso de teste/é estudo experimental; faz uso do método moderno (cita ou não as etapas); consiste em questionar e procurar respostas/ter curiosidade das coisas/fazer perguntas; É explicação e comprovação/é comprovado por experimento) que as respostas apresentam concepções sobre a ciência que se articulam com as ideias modernas de busca pela verdade universal e pela comprovação. Podemos notar que algumas respostas citaram inclusive que essa comprovação deve ser feita através de experimentos, assim como a categoria D que se mostra presente em todos os anos analisados, mantendo a frequência na entrada e saída do curso no grupo 1 e aumentando no grupo 2, sendo que neste há a maior frequência em 2019 (14,8%). É possível relacionar essas respostas com as ideias do já citado Bacon (1984) que entendia a produção científica como baseada nos testes empíricos.

Chalmers (1993), em seu trabalho de revisão sobre a ciência e os estudos de HFC, é um dos que contesta essa busca insaciável pela verdade. Durante muito tempo, a ciência defendeu que o que era produzido através de seus métodos indutivos era algo de fato verdadeiro, de forma que, apenas a atribuição do termo “científico” a uma afirmação é o suficiente para torná-la confiável (IDEM, 1993). O autor explora diversas formas de produção científica como o indutivismo e o falsificacionismo. Fazendo duras críticas ao método empírico indutivista

moderno, diz que “simplesmente não existe método que possibilite às teorias científicas serem provadas verdadeiras ou mesmo provavelmente verdadeiras.” (IDEM, 1993, p. 65).

As categorias G (é explicação e comprovação/é comprovado por experimento) e H (é conhecimento/conteúdos) de certa forma conversam com ideologias modernas, pois definem a ciência como algo que comprova, encontrando a verdade nas coisas como nas respostas da categoria G; ou definem a ciência olhando apenas para o seu produto final como no caso da categoria H, e não todo o processo de produção científica. Em contraponto às tentativas indutivistas de se comprovar a veracidade dos fenômenos, Chalmers (1993) apresenta o falsificacionismo de Popper que trabalha com a ideia de que não conseguimos provar que algo é verdadeiro, apenas conseguimos chegar o mais próximo de um entendimento verdadeiro, ao afirmar que até o momento, determinada teoria é a melhor disponível, ou seja, não foi falseada. De acordo com ele

Teorias que não resistem a testes de observação e experimentais devem ser eliminadas e substituídas por conjecturas especulativas posteriores. A ciência progride por tentativa e erro, por conjecturas e refutações. Apenas as teorias mais adaptadas sobrevivem. Embora nunca se possa dizer legitimamente de uma teoria que ela é verdadeira, pode-se confiantemente dizer que ela é a melhor disponível, que é melhor do que qualquer coisa que veio antes. (CHALMERS, 1993, p. 65)

Ao trabalharmos buscando as verdades, o produto que obteremos do nosso estudo será algo verdadeiro e definitivo naquele momento e contexto histórico. Se pensarmos desse outro modo, conseguiremos ver de forma mais nítida o avanço da ciência, já que as teorias vão se completando, uma refutando a outra e a ciência progredindo através da tentativa e do erro. Em nossas categorias, encontramos “Questiona a produção da ciência/ Comprovação ou não” (J) no ano de entrada do primeiro grupo com 3,3% e no ano de saída do segundo com 3,7%. Comparadas às outras categorias, vemos poucos alunos questionaram a produção científica ou entraram no mérito da questão se a ciência consegue ou não comprovar as coisas.

Olhando para um panorama geral, reunindo as categorias de D a G que relacionam a ciência com o uso do método e a experimentação e com a posterior comprovação, temos no primeiro grupo 29,8 % na entrada e 9% na saída do curso. Já o segundo grupo restringe seu entendimento de ciência ao método, pois aumentou a frequência de respostas que apostam numa ciência moderna, experimental e comprovadora das verdades do mundo, passando de 19,4% na entrada para 40,7% na saída do curso. Ou seja, o resultado inverso da análise anterior relativa às categorias A, B e C.

Também podemos observar que a categoria E “Uso do método moderno (cita ou não as etapas)” foi citada nos dois grupos, tanto na entrada quanto na saída do curso, com maior frequência na saída do segundo grupo (18,5%). Como já ressaltamos no texto, a emergência da ciência moderna esteve sempre atrelada ao uso do método científico, já que ele foi a forma encontrada para se produzir o tão aclamado conhecimento verdadeiro. Por esse motivo, a relação entre método e ciência é tão íntima que podemos notar inclusive que alguns estudantes apresentaram a relação direta ciência-método no momento de definir o que seria a ciência para eles.

Feyerabend (1977) é um dos autores que crítica o uso do método científico moderno como o único capaz de gerar conhecimento confiável. Segundo ele, a sociedade precisa se libertar do método científico dominador, assim como um dia precisou se libertar do controle da “única religião verdadeira” pois a ciência é uma questão de desafiar o método e não seguir etapas pré-estabelecidas. Dessa forma, o autor defende que a produção da ciência é capaz de

gerar conhecimento utilizando diversos caminhos metodológicos e não só apenas os que seguem as regras estabelecidas na modernidade ou métodos pré-estabelecidos.

Junto aos questionamentos de Feyerabend, podemos aproximar a categoria F (É questionar e procurar respostas/ter curiosidade das coisas/fazer perguntas) que aparece em 6,6% dos estudantes na entrada do curso no primeiro grupo, e na entrada (8,7%) e saída do curso (7,4%) no segundo grupo pois nela, os estudantes definem a ciência tendo como base o questionamento e as perguntas, não citando o método científico ou algum caminho metodológico pré-definido para a obtenção das respostas. Vale destacar também que os estudantes não definiram a forma pela qual essas respostas são encontradas, podendo ou não ser através do método científico moderno.

Outro ponto que conseguimos explorar em nossas respostas está na categoria K (teoria/pensar e pôr em prática) que consta nos dois anos de saída do curso com 4,5% no primeiro grupo e com 3,7% no segundo. Essa sequência de teoria/prática se encontra presente também no método científico moderno que defende que o primeiro passo para o desenvolvimento das teorias científicas é a observação. Feyerabend (1977) critica essa distinção entre o campo teórico e a prática que ainda persiste no pensamento científico nos dias de hoje. Segundo ele, a distinção entre os dois campos, hoje, definitivamente já não possui significação. O autor assinala que o aprendizado e a experiência envolvem ambos os elementos de forma conjunta, a teoria acompanhando a observação e vice versa, não uma antes da outra. Para ele,

[...] a experiência sem teoria é tão incompreensível quanto, (supostamente) a teoria sem experiência: eliminemos parte do conhecimento teórico de um ser senciante e teremos pessoa completamente desorientada e incapaz de realizar a mais simples das ações. Eliminemos maior porção de conhecimento e o mundo sensorial dessa pessoa (sua 'linguagem de observação') começará a desintegrar-se, desaparecerão a sensação de cor e outras sensações simples, até que a pessoa venha a achar-se em estágio mais primitivo que o de um bebê. (IDEM, 1977, p. 263)

Essa ideia de observação/teoria da categoria K também parte do pressuposto de que o cientista observador não possui influência externa alguma, nenhum preconceito e, por isso, baseado em suas observações supostamente neutras, ele será capaz de produzir teorias igualmente neutras, imparciais e verdadeiras. Porém, sabemos que a experiência visual de um observador não depende somente do que ele está enxergando de fato como, também, depende de suas experiências passadas, seu conhecimento e das teorias já pré adquiridas por ele (CHALMERS, 1993). Ou seja, muitas vezes, as teorias definem como será ou que será observado antes que de fato a observação aconteça. Além disso, não podemos afirmar que os produtos resultantes de tal observação serão completamente neutros, já que provém de um observador que pode estar suscetível a variadas discursos e contextos.

Neste sentido, outro autor que trabalha questionando a neutralidade da ciência é Latour (2000). Após realizar seus estudos observando a produção científica dentro de um laboratório de pesquisa, o autor questiona a forma como os instrumentos e as anotações são utilizadas para dar credibilidade ao resultado e, além disso, trata sobre a influência que os orientadores ou coordenadores possuem sobre a pesquisa. Estudos como este, chamam atenção para a ideia de que a atividade do cientista não depende apenas dele e da sua utilização do método, mas sim, de toda uma trama de relações sociais, políticas e econômicas que, por fim, acabam gerando resultados parciais, dependentes da influência de todos esses fatores.

Ao consultarmos as categorias L e M, vemos que alguns estudantes citaram que a ciência “Não é restrita a laboratório/academia” (M) na saída do curso no primeiro grupo (9,1%). E em L “é relacionada ao dia a dia/cotidiano” no primeiro grupo com percentual semelhante na

entrada e na saída do curso (6,6% e 9,1%, respectivamente) e na saída do curso no segundo grupo (3,7%). De certa forma, isso pode nos mostrar que alguns estudantes possuem uma visão da produção científica não tão estrita aos laboratórios ou à academia, apontando que o modo de pensar ou organizar o pensamento, por um viés científico, pode ser feito fora da academia ou até mesmo em ações do nosso cotidiano. Se relacionarmos isso ao contexto escolar, conseguimos, por exemplo, levar práticas ou atividades para dentro da própria sala de aula, a partir de situações-problema ou simulando experimentos científicos e estimulando a capacidade de raciocínio dos estudantes, trazendo um pouco do cenário experimental para o interior da escola.

Para completar a discussão em torno das categorias, destacamos a categoria I (é o estudo da vida (transformação física, química, psicológica, relações)/fenômenos naturais/estudo do meio) que parece embarçar a concepção sobre a ciência ao entendimento de Biologia, área específica de formação dos licenciandos. Como nas categorias anteriores, o primeiro grupo apresenta diminuição nos índices da entrada à saída do curso e o segundo grupo, apresenta um pequeno aumento. Após passar por um curso de graduação voltado para a área da biologia, é compreensível que os alunos possuam um entendimento de ciência relacionado à área da ciência em que são especializados.

Apesar da Biologia ser entendida como uma ciência *bona fide* (MAYR, 2005), ou seja, possui características das áreas do conhecimento reconhecidas como “ciência”, ela ainda assim possui aspectos e metodologias únicas, pertencentes e utilizadas somente nesta área. Por isso, as respostas que apresentam definições de ciência diretamente ligadas à Biologia, podem de certa forma, apontar um certo desprendimento das bases rígidas da ciência moderna. Os estudantes deixam de lado as definições em torno de um método geral, para uma ciência geral e passam a levar em consideração os estudos de sua área específica, no caso a Biologia, que pode ou não seguir essas regras gerais.

Além disso, devemos nos atentar ainda à seguinte questão: apenas as áreas que estudam a vida (ou transformações/fenômenos como foram citados nas respostas) podem ser entendidas como ciência? De acordo com o que viemos apresentando no decorrer deste trabalho, podemos afirmar que não. A partir do estabelecimento de um método científico que exigia objetos de estudo quantificáveis, as ciências da natureza foram de certa forma privilegiadas pois suas pesquisas giravam justamente em torno de variáveis precisas e matemáticas. Já outras áreas do conhecimento que trabalham com objetos mais qualitativos, acabaram enfrentando uma deslegitimação, muitas vezes nem sendo classificadas como ciência. Sousa-Santos (2008) discutiu sobre isso e afirma que as verdades de uma área se estendem até outras, resultando por exemplo no processo de naturalização das ciências humanas e sociais. Ou seja, a fim de legitimar suas atividades, muitas áreas do conhecimento como a filosofia e a sociologia tentam se encaixar nos padrões estabelecidos pelo método das ciências naturais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta seção, traremos alguns apontamentos como forma de fechamento da discussão sobre os entendimentos de ciência ao longo do curso de graduação analisado. Inicialmente, não temos como afirmar que o aluno X mudou da concepção A para B por conta de um determinado motivo específico, pois não era nosso objetivo e sequer exigimos obrigatoriedade na identificação no momento de responder o questionário. Porém, temos como afirmar que, de alguma maneira, os quatro anos de graduação afetaram sim o entendimento e o olhar que os alunos investigados possuíam acerca da ciência. Para tanto, bastam ver as mudanças nas frequências das categorias criadas.

Certas categorias apresentaram uma mudança mais significativa nos percentuais entre o ano de entrada e o de saída, outras, pouco ou sequer apresentaram tais mudanças. Conseguimos perceber observando os dois grupos, que a quantidade e a diversidade dos dados é extremamente alta. Um grupo parece possuir uma visão que acompanha as discussões contemporâneas em torno da ciência, o outro parece ter restringido mais suas concepções às bases científicas modernas. Ou seja, podemos inferir que a multiplicidade de concepções de ciência está presente no curso analisado, sendo que os motivos pelos quais um grupo teve o entendimento contrário ao outro necessitariam de novos investimentos no estudo, por exemplo, das concepções dos professores do ensino superior, da grade curricular do curso, das atividades acadêmicas extracurriculares realizadas pelos estudantes, entre outras.

Aliado a isso, outro ponto importante são os sujeitos dos quais estamos falando. Não é apenas o curso ou a grade curricular de um curso, por exemplo, que possui a capacidade de direcionar ou não a concepção de um estudante. Dentro da universidade, ele passa pelas mais variadas experiências e como estamos tratando de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, sabemos que dentre essas vivências podem estar o contato com laboratórios, grupos de pesquisa, outros estágios ou mesmo com a docência em sala de aula. Dependendo do interesse profissional do estudante, ele pode direcionar sua formação às diferentes áreas de atuação que também poderão ter influência sobre a sua visão do que seria a ciência.

Entendemos que não é apenas do interesse pessoal do estudante em determinada área que define o caminho que ele irá traçar em sua carreira profissional. Na verdade, alguns preferem buscar as áreas que possuem maior investimento e maior disponibilidade de bolsas para graduandos. O que estamos querendo dizer é que mesmo que o curso possua uma concepção rígida e definida sobre ciência, outros fatores podem influenciar a concepção que o estudante irá desenvolver durante a graduação.

Por último, não podemos restringir a ideia de que é só através da ciência e de seus métodos tradicionais que conseguimos obter conhecimento supostamente neutro, universal e verdadeiro. Também não podemos olhar para a ciência como algo divino, capaz de produzir resultados confiáveis de forma mágica. E é exatamente em torno desses pontos, que o estudo com a HFC nos ajuda a (re)pensar nossa prática pedagógica: buscando retirar a ciência do pedestal em que ela foi colocada com a emergência da modernidade e aproximando-a dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- BACON, Francis. **Novum Organum**: Verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza. São Paulo: Abril cultural, 1984.
- CHALMERS, Alan. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José; PERNAMBUCO, Marta. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- DESCARTES, René. **O discurso do método**. Petrópolis: Vozes, 2008.
- FEYERABEND, Paul. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Ed. Francisco Alves, 1977
- FOUCAULT, Michel. **As palavras e as coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- GIL, Antônio. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- LATOUR, Bruno. **Ciência em ação**. São Paulo: Ed UNESP, 2000.
- LYOTARD, Jean François. **A condição pós-moderna**. 12 ed. Rio de Janeiro: Ed. Olympio, 2009.
- MATTHEWS, Michael. **História, filosofia e ensino de ciências**: a tendência atual de reaproximação. Caderno brasileiro de ensino de física, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.
- MAYR, Ernst. **Biologia, ciência única**: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- SANTOS, W. L. P; SCHNETZLER, R. P.; **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. 3 ed. Ijuí: Unijuí, 2010.
- SOUSA-SANTOS, Boaventura. **Um discurso sobre as ciências**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2008.
- VEIGA-NETO, Alfredo. **Ciência e pós modernidade**. Revista Episteme, Porto Alegre, v. 3, n. 5, p. 143-156, 1998.