

O papel das disciplinas de História, Filosofia e Epistemologia da Ciência nas mudanças das concepções sobre a natureza da ciência de futuros professores

The role of Sciences of History, Philosophy and Epistemology of Science in changes in conceptions on the nature of science in future teachers

El papel de las disciplinas de Historia, Filosofía y Epistemología de la Ciencia en el cambio de concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los futuros profesores

Recebido: 01/07/2020 | Revisado: 06/07/2020 | Aceito: 15/07/2020 | Publicado: 20/07/2020

Roberta Chiesa Bartelmebs

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1057-6623>

Universidade Federal do Paraná, Brasil

E-mail: roberta.bartelmebs@ufpr.br

Carlos Henrique Coimbra-Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3588-2587>

Universidade Federal do Paraná, Brasil

E-mail: carlos.coimbra@gmail.com

Danilo de Oliveira Kitzberger

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4123-8421>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: danilokitberger@gmail.com

Resumo

O debate acerca da inclusão da História e da Filosofia no ensino de Ciências já vem sendo desenvolvido há longa data. No entanto, ainda predomina uma visão muito simplista da natureza do conhecimento científico entre alunos e professores. Esta pesquisa estudou as concepções de licenciandos de um curso de Ciências Exatas de uma universidade pública do Oeste do Paraná. A pesquisa foi realizada ao longo de 3 anos e pautou-se nas disciplinas de História, Filosofia e Ensino de Ciências do 3º semestre e da disciplina de Epistemologia do 5º semestre. Foram realizados questionários abertos no início e no final das disciplinas, os quais foram analisados pelo viés da Análise Textual Discursiva. Os resultados apontam que, embora tímida, há uma significativa mudança nas concepções dos alunos ao longo dos anos,

especialmente no que se refere às questões metodológicas da produção do conhecimento científico.

Palavras-chave: História da Ciência; Epistemologia; Ciências exatas; Educação superior.

Abstract

The debate about the inclusion of History and Philosophy in science education has been developed for a long time. However, a simplistic view of the nature of scientific knowledge among students and teachers still prevails. This research studied the conceptions of undergraduate students in an Exact Sciences course at a public university in Western Paraná. The research was carried out over 3 years and was based about History, Philosophy and Science Teaching of the 3rd semester and the discipline of Epistemology of the 5th semester. Open questionnaires were carried out at the beginning and at the end of the disciplines, which were analyzed using the Discursive Textual Analysis approach. The results show that, although timid, there is a significant change in the students' conceptions over the years, especially regarding the methodological issues of the production of scientific knowledge.

Keywords: Science history; Epistemology; Exact sciences; Higher education.

Resumen

El debate sobre la inclusión de la Historia y la Filosofía en la educación científica se ha desarrollado durante mucho tiempo. Sin embargo, todavía percibimos una visión muy simplista de la naturaleza del conocimiento científico entre estudiantes y profesores. Esta investigación estudió las concepciones de estudiantes de pregrado en un curso de Ciencias Exactas en una universidad pública en el oeste de Paraná. La investigación se llevó a cabo durante 3 años y se basó en las asignaturas de Enseñanza de Historia, Filosofía y Ciencias del tercer semestre y la disciplina de Epistemología del quinto semestre. Los cuestionarios abiertos se llevaron a cabo al principio y al final de las disciplinas, que se analizaron utilizando el enfoque de Análisis textual discursivo. Los resultados indican que, aunque tímidos, hay un cambio significativo en las concepciones de los estudiantes a lo largo de los años, especialmente con respecto a los problemas metodológicos de la producción de conocimiento científico.

Palabras clave: Historia de la Ciencia; Epistemología; Ciencias exactas; Educación superior.

1. Introdução

Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas.

Carl Sagan

Embora de modo inconsciente, todas as pessoas possuem algumas concepções acerca da natureza do conhecimento científico. Seja por meio de uma visão romântica obtida em filmes ou livros, seja por meio de uma construção empírica de senso comum a partir daquilo que seu meio social lhe ofereceu. Na maioria das vezes, essas concepções referem-se a uma visão simplista sobre o trabalho do cientista e conseqüentemente, acerca da natureza do conhecimento científico. Isso não é diferente entre alunos de cursos de Licenciatura em Ciências, particularmente aqueles inseridos num curso de Licenciatura em Ciências Exatas.

Este artigo apresenta uma pesquisa realizada pelo Núcleo de Estudos em Epistemologia e Educação em Ciências (NUEPEC), vinculado ao Grupo de Pesquisa Ciências Exatas e Tecnologias (CNPq), sobre as concepções de alunos de Licenciatura em Ciências Exatas sobre a natureza do conhecimento científico. Os dados foram coletados ao longo de três anos (2015 a 2018) junto aos alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas das habilitações em Química, Física ou Matemática de uma Universidade Federal situada no oeste do Estado do Paraná.

Os alunos, futuros professores, chegam à Universidade com uma visão limitada acerca do que seja Ciência e de como se produz conhecimento científico. Nesse sentido buscou-se compreender as concepções inerentes à vivência escolar pretérita dos alunos, bem como aquelas vivenciadas ao longo dos anos de estudos na Universidade, que usualmente tendem a complexificar esse conhecimento.

Segundo Ribeiro e Benite (2009, s/p)

Inicialmente, as pesquisas sobre as concepções da natureza do conhecimento científico focavam a visão de alunos. No entanto, apoiando-se, segundo Lederman (1992), no fato de que, mesmo após haverem explicações teóricas, alunos continuavam com visões distorcidas sobre a natureza da Ciência), é que foi iniciado um estudo mais aprofundado enfocando os currículos e as concepções da natureza do conhecimento de professores, acreditando-se que seriam essas duas variáveis as mais influentes na concepções da natureza do conhecimento do aluno.

Dessa forma, atualmente sabe-se que existem dois fatores que podem influenciar na construção das concepções dos alunos acerca da Ciência: o currículo de Ciências na escola e as concepções de seus professores. Mesmo assim, o tema é bastante complexo. Há na área do ensino de Ciências o entendimento de que as concepções epistemológicas dos professores influenciam a forma como ministram suas aulas e por sua vez na forma como os alunos irão compreender a Ciência e seu desenvolvimento (Harres, 1999). Com base nessas premissas, passamos a nos preocupar se nossos alunos, licenciandos em Ciências Exatas, estavam conseguindo realizar uma boa reflexão sobre a temática da natureza do conhecimento científico nas disciplinas História e Filosofia contempladas na grade curricular do curso. Dessa forma questionamos: Quais são as concepções epistemológicas apresentadas ao início do curso? Haveria uma mudança dessas concepções ao longo de sua formação na universidade?

Existem no curso de Ciências Exatas, especificamente, duas disciplinas que trabalham com a temática da construção do conhecimento científico e sua natureza, são elas: a disciplina de História, Filosofia e Ensino de Ciências (HFC), que é ofertada a partir do 3º semestre para todos os alunos das três habilitações do Curso¹. E a disciplina de Epistemologia e ensino de Ciências que é ofertada a partir do 5º semestre, também para todos os alunos das três habilitações. Para esta pesquisa, foram utilizados questionários, aplicados nas turmas de 2015 a 2018, sempre ao início da disciplina de HFC e ao final da disciplina de Epistemologia. Ao longo desse lastro temporal, as disciplinas foram sendo modificadas, a partir da pesquisa que culmina com a escrita deste artigo.

A seguir, será apresentado o referencial teórico que guiou esta pesquisa, bem como a metodologia utilizada e a análise dos dados coletados.

2. Fundamentação Teórica

Serão apresentados, a seguir, apontamentos acerca de alguns estudos que vêm sendo realizados sobre as concepções epistemológicas de professores e alunos e seu impacto na construção de uma visão mais complexa sobre o conhecimento científico. Também será apresentada a concepção dos autores do artigo acerca do que seja o conhecimento científico,

¹ O Curso de Licenciatura em Ciências Exatas habilita o aluno para as disciplinas de Química, Física ou Matemática.

assim como os pressupostos epistemológicos utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa.

Investigações sobre as concepções epistemológicas de professores e alunos

Diversos estudos demonstram a relação existente entre as concepções epistemológicas dos professores e suas práticas em sala de aula. Mathews (1995), pautado em uma ampla revisão bibliográfica de cunho teórico e curricular do ensino de Ciências, defendia a reaproximação da História e da Filosofia do ensino. O autor argumenta que a inclusão da História e da Filosofia das Ciências poderia enriquecer o currículo e conseqüentemente melhorar o ensino de Ciências. Em suas conclusões sobre a temática, Mathews defende que:

A ciência é uma das maiores conquistas da cultura humana. Portanto, o ensino de ciência, para usar as palavras do relatório de 1918 da Associação Britânica para o Progresso da Ciência, deveria comunicar mais sobre o espírito e menos sobre o vale dos ossos secos dessa conquista. Se isso for feito, então pode-se iniciar a superação da atual crise intelectual e social do ensino de ciências (Mathew, 1995, p. 197).

Pineda e Mota (2006, p. 1325) apresentam o resultado de três estudos de caso realizados com professores de ciências acerca das relações existentes entre suas concepções e a prática de sala de aula. Os resultados apontam que:

Quando existe bastante coerência entre as concepções epistemológicas e as de aprendizagem [...] indiscutivelmente estas se articulam com a prática docente. Quando não existe, a concepção mais definida no interior de cada sujeito em torno de um dos dois âmbitos –epistemológico ou de aprendizagem– é a que define seu perfil e orienta sua *praxis*. Ou seja, se as concepções sobre aprendizagem correspondem claramente a um enfoque e não as correspondem com as concepções de ciência, aquelas são as que incidirão no comportamento do professor em aula.

Ou seja, o docente que possui concepções epistemológicas e pedagógicas bem definidas, ambas terão o mesmo peso nas suas ações em sala de aula. Porém, como demonstraram as autoras, se o professor ou professora acredita numa concepção positivista de ciência, mas defende o construtivismo pedagógico, então sua crença pedagógica irá sobrepujar sua crença epistemológica. A partir deste estudo, as mesmas autoras (2006) sugerem que a compreensão da natureza da ciência possibilita aos docentes reconstruírem suas ideias acerca do conhecimento a ser ensinado em sala de aula. Nesse sentido, é importante investir em reflexões acerca das concepções epistemológicas desde a formação

inicial de professores pois, elas irão influenciar na construção das concepções dos seus alunos.

Silva (2010) apresenta os resultados de um estudo realizado com alunos do Ensino Médio sobre suas concepções acerca da natureza da Ciência. Neste estudo, o autor aponta que não houve uma significativa mudança das concepções dos alunos do 1º e do 3º ano. Uma das questões levantadas por Silva é a necessidade de uma maior atenção a essa temática na formação inicial dos professores, tendo em vista que as concepções dos alunos não estão sofrendo nenhuma alteração significativa ao longo de todo o Ensino Médio.

Em contrapartida, Miranda *et al* (2009) apresentam os resultados de uma pesquisa com professores universitários sobre suas concepções acerca da natureza da Ciência. Chega-se aqui ao lugar onde o conhecimento científico é produzido e transmitido. Mesmo assim, os autores da pesquisa relatam que entre os docentes universitários há ainda uma visão ingênua sobre o conhecimento científico, e que poucos relacionaram a ciência, sociedade e tecnologia (CTS) com a construção do conhecimento científico. Pode-se inferir que há ainda uma lacuna na formação de cientistas e professores universitários brasileiros, acerca das suas próprias concepções sobre o conhecimento científico e o desenvolvimento da Ciência. Certamente que isso irá impactar diretamente na escola e na formação dos jovens, que por sua vez chegarão, mais cedo ou mais tarde, à universidade.

Investigações sobre as diferentes concepções de ciência e seu impacto na formação do professor

Como afirma Zilles (2003, *apud* Borges, 2007), não há consenso sobre o conceito de Ciência, isso porque “não existe uma ciência universal, mas as ciências” (Zilles, 2003, *apud* Borges, 2007, p. 30). Dessa forma, atualmente sabe-se que existem diferentes metodologias e conseqüentemente diferentes paradigmas que coexistem no desenvolvimento das diferentes Ciências que são produzidas. Há, no entanto, uma visão geral, que pode ser identificada, acerca do funcionamento dessas ciências. Conforme Cubero (1994), a concepção empirista da natureza da Ciência infere que “o conhecimento científico possui um *status* superior como forma de conhecimento” (Cubero, 1994, p. 36). Já para a concepção da “nova filosofia da ciência”, “o conhecimento científico é uma das possíveis formas de conhecimento humano, e as ideias que as pessoas possuem têm seu próprio valor, sem que seus critérios de avaliação possam ser os mesmos que se aplicam ao conhecimento científico” (Cubero, 1994, p. 36).

Conforme estudo realizado por Harres *et al.* (2005), quando os professores sustentam uma visão absolutista do conhecimento, consequentemente sua visão de ciência é a de que ela é “constituída por um conjunto de verdades absolutas, inequívocas e, portanto, inquestionáveis” (Harres *et al.*, 2005, p. 65). Assim, para esses professores, o papel da educação escolar restringe-se apenas ao de transferir esses conhecimentos absolutos transformando o aprendiz em uma “mente que se abre para captar o conhecimento verdadeiro, que se supõe, é apropriado sem modificações ou re-interpretações” (Harres *et al.*, 2005, p. 65).

Harres (1999) faz uma revisão sobre as pesquisas acerca das concepções sobre a natureza da Ciência na formação de professores. Segundo o autor:

Os trabalhos revisados realizados em contextos e com metodologias diferentes identificam, de modo geral, uma aproximação das CNC (concepções da natureza das ciências) dos professores a uma imagem empirista da ciência, apoiada fortemente no papel da observação e na produção do conhecimento através de um método único: o método científico. Assim, hoje, não se pode afirmar que os professores, de modo geral, tenham já superado as concepções tradicionais da ciência (Harres, 1999, p. 205).

Um dos fatores para que essa situação se mantenha, pode ser, segundo o autor, o fato de que os professores possuem critérios “fracamente definidos e pontos de vista relativamente pouco estáveis a esse respeito” (Harres, 1999, p. 205). De certa forma, pode-se dizer que os professores não problematizam, em sua formação inicial, as concepções de ciências empírico-indutivistas. Sendo assim, mesmo que os professores possam ter uma vaga ideia de que o conhecimento científico não é transmitido, mas sim construído, isso não modifica a raiz da sua concepção epistemológica e, portanto, não consegue fundamentar uma visão mais adequada acerca de como seus alunos aprendem. E por coerência interna entre sua concepção de natureza da ciência e suas crenças didáticas (Harres, 1999), segue realizando sua atividade docente com vistas à transmissão de conhecimentos científicos, desconsiderando as ideias de seus alunos, ou, forçando-os a substituí-las pelos conhecimentos científicos.

O impacto disso é que os alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada na escola (Pozzo & Crespo, 2009), e acabam reproduzindo uma visão simplista da ciência no seu dia a dia. Nesse contexto, a pergunta “o que os estudantes em seus anos iniciais sabem sobre ciência?” é essencial. Tal questão é central ao professor que deseja levar essa discussão à sala de aula, o que o diferencia do professor possuidor do mero discurso especialista (Magnusson; Borko & Krajcik, 1999). Levar a discussão adequada sobre ciência à sala de aula é tarefa que envolve muitos saberes e conhecimentos: conhecimentos de conteúdos metacientíficos,

conhecimentos de conteúdos pedagógicos, conhecimentos do contexto, dentre outros (Silva & Martins, 2018). Assim, num contexto em que “a essência da vida é a transformação” (Borges, 2007, p. 79), é necessário possibilitar aos alunos que desenvolvam uma visão mais complexa sobre o saber científico e sua produção, pois isso impactará de forma direta no seu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

A seguir, serão detalhados os procedimentos metodológicos desta investigação.

3. Metodologia

Para tentar compreender melhor as concepções de nossos alunos sobre a natureza do conhecimento científico, utilizamos uma abordagem de pesquisa qualitativa (Bogdan & Biklen, 1994). Para a construção do material de análise, foram utilizados questionários, aplicados ao início e ao final das disciplinas de HFC e de Epistemologia. Esses questionários foram elaborados com perguntas abertas, conforme Quadro 1. Inicialmente, as perguntas foram elaboradas apenas como uma avaliação diagnóstica dos conhecimentos prévios dos alunos. Porém, ao longo dos 3 anos, se transformaram no objeto desta pesquisa. Tais questões também foram inspiradas no *Views of Nature os Science Questionnaire* (VNOS) utilizado por Biancolin, Ferrara e Matozinho (2017).

Quadro 1 – Questões utilizadas na análise dos questionários iniciais e finais das disciplinas.

Questionário inicial da disciplina de HFC:
1) Descreva o que é ciência para você. Qual o objetivo da ciência?
2) Na sua visão, o que diferencia o conhecimento científico de um não científico?
3) Para você, como os cientistas chegam a determinadas conclusões sobre o que estudam? Quais os procedimentos que eles utilizam?
Questionário final da disciplina de Epistemologia:
4) Descreva o que é ciência para você. Qual o objetivo da ciência?
5) Na sua visão, o que diferencia o conhecimento científico de um não científico?
6) Para você, como os cientistas chegam a determinadas conclusões sobre o que estudam? Quais os procedimentos que eles utilizam?
7) Represente através de um desenho (ou de um esquema de palavras, mapa mental etc...) o trabalho de um cientista:

Fonte: Dados dos autores (2019).

Foram coletadas informações de 5 turmas da disciplina de HFC e de 3 turmas da disciplina de Epistemologia, durante os anos de 2015 a 2018. No total, foram 46 respostas para o questionário de HFC e 38 para o questionário de Epistemologia. Para a sistematização e análise das respostas dos questionários foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2007).

Sobre a Análise Textual Discursiva (ATD)

A ATD é uma metodologia de cunho hermenêutico-fenomenológico. Como descrevem os autores dessa proposta metodológica: “A análise textual discursiva corresponde a uma metodologia de análise de dados e informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre fenômenos e discursos” (Moraes & Galiazzi, 2007, p. 7). De acordo com esses mesmos autores:

A ATD é um processo altamente recursivo, sempre é possível retornar a qualquer passo e ampliar o número de unidades ou reconstruir algum fragmento elaborado anteriormente. Para fins metodológicos podemos dizer que a ATD se dá por passos, ou etapas em que o autor vai construindo seu argumento central e defendendo sua tese (Moraes & Galiazzi, 2007, p. 47).

Os dados obtidos na pesquisa foram organizados em quatro etapas: unitarização, categorias iniciais, categorias intermediárias e categorias finais. A partir das categorias intermediárias, foram elaborados metatextos para ir auxiliando na interpretação das respostas dadas pelos alunos. As respostas obtidas nos questionários iniciais e finais da disciplina de HFC e Epistemologia foram divididas em 132 unidades de significado, 68 categorias iniciais, 11 categorias intermediárias e 3 categorias finais. O Quadro 2 apresenta as categorias intermediárias e finais, não representando as unidades nem as categorias iniciais para não ficar muito extenso no corpo do artigo essa informação.

Quadro 2 – Sistematização dos dados construídos a partir da ATD.

Unidades de significado (132)
Categorias iniciais (68)
Categorias intermediárias (11)
I - A Ciência é um conjunto de questionamentos e pesquisas sobre o mundo em que vivemos II- Através da Ciência se obtém inovação e melhora na qualidade de vida III - O conhecimento verdadeiro é obtido através da Ciência IV - A ciência e seus métodos V - A ciência é tudo, explica tudo VI - A ciência é um campo de estudos VII - Características do conhecimento não-científico VIII - O conhecimento científico é complexo e legítimo IX – Características do trabalho do cientista a partir do método utilizado X – Características do trabalho do cientista a partir de questões subjetivas XI – A essência do trabalho do cientista é a pesquisa e ela requer tempo e serve para comprovações
Categorias finais (3)
1. Características da produção do conhecimento científico pelo olhar dos licenciandos 2. Características do trabalho do cientista pelo olhar dos licenciandos 3. Mudanças das concepções sobre a natureza do conhecimento científico dos licenciandos

Fonte: Dados dos autores (2019).

4. Resultados e Discussão

Aqui serão apresentadas as categorias que emergiram da análise dos questionários realizados na disciplina de HFC e Epistemologia. De modo geral, nos questionários iniciais de HFC havia uma visão mais difusa sobre o conhecimento científico, sendo ele entendido como a compreensão de “tudo o que existe”. Essa frase apareceu em diversas respostas, generalizando a ideia de que toda explicação sobre o mundo que nos cerca vem de algum conhecimento científico. No entanto, não aparece ainda nenhuma referência direta aos métodos utilizados nas ciências e nem uma pluralidade de ideias que permita o entendimento de que existe mais de uma Ciência. Há também uma forte compreensão de que conhecimentos

ditos como não científicos não tenham o mesmo *status* epistemológico e, portanto, sejam considerados muito inferiores aos científicos.

Características da produção do conhecimento científico pelo olhar dos licenciandos

Para os licenciandos do curso de Ciências Exatas, em seu 3º semestre de aulas, ou seja, após um ano e meio na universidade, as características do conhecimento científico ainda se aproximam muito das que foram encontradas por Silva (2010) nos alunos do Ensino Médio, no entanto já se apresentam com algumas características bem peculiares. Para alguns, a Ciência procura melhorar a vida das pessoas e traz respostas aos nossos questionamentos através de pesquisas e novos métodos. Para outros é como uma luz, algo que nos remete a visão de ciência disseminada no século XIX (Thuillier, 1994).

Há ainda o entendimento de que a Ciência é vista como um conjunto de questionamentos e pesquisas sobre o mundo em que vivemos. E a ideia de que a ciência vem organizar ou dar forma para a natureza divina da “criação”. Vejamos alguns extratos das respostas obtidas para a questão 1 “Descreva o que é Ciência para você. Qual o objetivo da Ciência?”:

A7 - Pode ser para solucionar um problema, fazer novas descobertas ou comprovar alguma teoria.

A42 – Em minha opinião os cientistas chegam a determinadas conclusões sobre o que estudam através de comparações com outros estudos e projetos, realização de experimentos, lógica, inovação, pesquisas entre outros.

A4 – Para mim, ciência é o estudo do conhecimento de forma sistematizada e seu objetivo, se não o é, deveria ser disseminar esse conhecimento e utilizá-lo para o bem da humanidade.

A11 – A ciência para mim é como uma luz ela clareia nossas ideias e teorias nos dá respostas concretas e auxilia a raça humana a evoluir e sobreviver. O objetivo da ciência é indagar, questionar, responder e criar tudo o que existe em nosso universo ou em outros.

A19 – Com pesquisas, testes repetidos para comprovar determinado assunto.

A26 – Chegamos, através de estudos teóricos e comprovações práticas. Utilizamos a aplicação da teoria em atividades práticas.

A41 – Em uma visão simplista, poderia dizer que ciência é o conjunto de métodos, regras, composições físicas e teológicas da forma que foi feita a “criação”. Então seu objetivo seria explicar os fenômenos, ou formatar a natureza miraculosa da criação. Em uma visão não agnóstica, poderíamos entender “como” a mão de Deus montou o universo. (Grifos nossos).

Alguns alunos argumentaram que o conhecimento verdadeiro é obtido por meio da Ciência. Acreditamos que defendem ainda esta visão positivista de Ciência porque entendem que a ela seria uma forma de sistematizar um conhecimento que é verdadeiro sobre a realidade. Nesse sentido não problematizam o próprio conceito de verdade. Vejamos os seguintes extratos:

A11 – Através de estudos e de um processo onde surge uma pergunta ela é respondida e esta resposta é testada para se tornar verdadeira.

A37 – Creio que é estudado a origem histórica e sociocultural de determinado elemento para poderem compreender como funciona e fazem testes e experiências para encontrar provas para poderem afirmar que é verdade.

A3 – Na minha opinião ciência é o campo onde se estuda mais profundamente sobre determinado assunto visando desta forma obter um conhecimento mais “verdadeiro” ou sólido sobre o objeto estudado.

A8 – Ciência é um estudo sistematizado de adquirir conhecimentos. Na provação de fatos não só por que acredito mas porque existem provas para que esse fato seja real.

A32 – Para mim a ciência é o método usado para estudar, criticar e a única maneira de algo ser considerado verdadeiro é por meio dela. (Grifos nossos).

Conforme aponta Thuillier a “lógica ideal” da ciência entende que:

O bom cientista é objetivo: escuta a voz dos fatos e se desembaraça de leis e teorias que sejam recusadas pela Natureza por ocasião de testes experimentais cuidadosamente preparados. Este esquema é transparente e tranquilizador. Com “a ciência”, pelo menos, a gente sabe onde pisa... Eis aí uma atividade cognitiva séria,

que nos leva, graças a procedimentos eficazes a certezas, ou até mesmo a Verdades. (Thuillier, grifos do autor, 1994, p. 7-8).

Essa crítica que Thuillier apresenta na introdução de sua obra, pauta-se na ideia de que o trabalho do cientista é algo puramente objetivo e mais, pautado solidamente em fatos e evidências como se estes fossem precisos e objetivos por si sós. Essa visão é ainda muito presente nas concepções dos nossos alunos. Nesse sentido, ” muitos defenderam a ideia de que “A ciência é tudo o que existe” e que é capaz de explicar tudo. Resumem assim, o conhecimento de todas as coisas, fenômenos, ideias, teorias etc. Vejamos alguns extratos a seguir:

A23 – Ciência para mim é tudo, absolutamente tudo que é nós, faz nós e está ao redor de nós”. É o que as pessoas estudam para desvendar a vida e tudo que a ela está ligado.

A28 – A ciência é tudo que é. Estudo do que acontece, e seu objetivo é explicar fenômenos.

A26 – A ciência é tudo que nos rodeia, que está presente em nossa vida. Nos mostrar como as coisas presentes no nosso cotidiano acontecem.

A42 – Para mim, ciência é um estudo sobre a vida, a morte, as pessoas, o meio, enfim, é um estudo sobre tudo o que acontece, o que já aconteceu, o que pode acontecer e o que pode ser feito em relação a isso.

A34 – A ciência é a arte de produzir conhecimento, buscar explicações para os mais variados temas cotidianos ou não, que envolvem o ser humano e o espaço ao seu redor. O objetivo da ciência é elucidar todas as questões que pairam sobre nossas mentes desde o início dos tempos.

A40 – Ramo dedicado a um conjunto de conhecimentos que tem como objetivo o experimento, a pesquisa, a dedução de fatos e acontecimentos relacionados ao seu estudo.

A11 – Um conhecimento científico é um fato comprovado demonstrado e aceito como real pela comunidade científica e seus estudos. (Grifos nossos).

Dessa forma, ao responderem a questão: “Na sua visão, o que diferencia o conhecimento científico de um não científico?”, alguns alunos apontam como características

do conhecimento não-científico o senso comum, a falta de rigor ou aquilo que “não tem proveito”, conforme extratos:

A9 - Já o não científico é o que adquirimos com o senso comum.

A10 - E o não científico é a ideia que você tem de determinado assunto (senso comum).

A12 - diferentemente do conhecimento não científico, que exige bem menos conhecimento técnico, caindo assim no senso comum.

A13 - e um não científico é quando não sabe como surgiu.

A8 – não científico é mais por fé, porque você acredita nisso.

A43 - já o não científico não se tem proveito algum, é um conhecimento ocioso como uma propaganda em um outdoor, ou assistir a um jogo de futebol.

A38 - Já o não científico é algo que foi vivido ou passado de gerações em gerações sem que houvesse uma comprovação por meio de estudos de cientistas.

A39 – o conhecimento não científico pode ser considerado algo que não possui um conjunto de informações suficientes para ser sustentado, por isso não é dada completa legitimidade ao mesmo

A40. O conhecimento não científico não se pauta no método científico. (Grifos nossos).

Essa dicotomia que ressalta o conhecimento não científico como algo negativo e o conhecimento científico como algo positivo pode ter origem na ideia de que pelo estudo científico, ou seja, pela aplicação adequada do método científico os cientistas descobrem verdades ocultas na natureza. Como afirma Cubero (1994) muitas vezes essa visão mais “simplista” do conhecimento científico gera a ideia de que a ciência possui um *status* superior como forma de conhecimento, o que algumas vezes produz a equivocada rotulação de ciência como sinônimo de “instituição arrogante” (Atkins, 1995). Conforme aponta Thuillier (1994, p. 13) “Os cientistas só teriam que aceitar passivamente as mensagens da experiência”. Para Borges (2007) isso é fruto da construção teórica de Francis Bacon, e a proposição de um método empírico-indutivista. Ainda segundo Borges (2007, p. 32): “Esse método teve grande influência e ainda permanece, principalmente na educação científica escolar, sendo, muitas vezes, considerado como “o” método científico”. Nesse sentido, pode ser visto na próxima

categoria como os alunos compreendem o trabalho dos cientistas e quais suas concepções acerca do uso de um método científico na construção da ciência.

Características do trabalho do cientista pelo olhar dos licenciandos

Com relação à Ciência e seus métodos, o método científico é compreendido como um meio para comprovar as teorias ou as ideias dos cientistas. Ele serve para provar a existência de algo. Assim, o conhecimento científico é real, é complexo e é sustentado por informações advindas de estudos com objetivos puramente científicos de acumular informações e contribuir com o conhecimento humano. Vejamos os extratos que foram dados como respostas à seguinte questão: “Para você, como os cientistas chegam a determinadas conclusões sobre o que estudam? Quais os procedimentos que eles utilizam?”:

A1 – Através de muitas pesquisas, conceitos, conclusões, teorias e reflexões. Equipamentos, exames, recolher provas, para ter certeza para concluir sua pesquisa.

A6 – Na verdade eu não sei, acredito que com muitos estudos, pesquisas, experiências, avaliações, conseguem chegar a uma conclusão científica, da qual, obtive durante muito tempo, realizando o que citei anteriormente.

A12 – Os cientistas chegam a determinadas conclusões através de experimentos e elaboração de hipótese, que se transformam em teorias graças aos devidos experimentos realizados posteriormente após as hipóteses.

A4 – creio que seja através de testes ou experiências exaustivas, a fim de obter-se um padrão repetitivo. Imagino que o procedimento seja estudar o que já existe sobre o assunto e partir daí, pela observação e testes chegar a novas conclusões.

A21 – Existe um método para isso (a filosofia do ensino médio estuda sobre)... teoria, experiências, documentar o que foi produzido.

A27 – Observação, hipóteses, objetivos, previsões, experimentos e análise dos resultados.

A29 – Através de pesquisas, estudo literário e reprodução prática caso necessário.

A46 – Através de etapas, eles observam, criam e estudam algumas hipóteses, fazem experiências, estudam em cima de algumas leis e tiram suas conclusões. (Grifos nossos).

A principal característica que podemos compreender do método científico apresentado pelos alunos é a “caracterizada pelo empirismo, por crer que o conhecimento origina-se na observação, e pela indução, por dirigir-se dos fatos às teorias, do particular ao geral” (Borges, 2007, p.33). Os alunos apontam como características do trabalho do cientista o fato de que baseiam seu trabalho em um método. Fazem experimentos, dividem o estudo em partes, observam o mundo, fazem teorias, comprovam, fazem testes. Muitas vezes precisam repetir exaustivamente seus testes e rever seus dados. Estudam muito o assunto e chegam a conclusões lógicas e objetivas. E principalmente, o método científico inicia sempre com a observação, conforme afirma Chalmers (1993):

De acordo com o indutivista ingênuo, a ciência começa com observação, a observação fornece uma base segura sobre a qual o conhecimento científico pode ser construído, e o conhecimento científico é obtido a partir de proposições de observação por indução (Chalmer, 1993, p.37).

Alguns alunos acreditam que, no início, muitas vezes os cientistas se baseiam apenas nas suas concepções até conseguirem comprovar suas hipóteses. A essência do trabalho do cientista é a pesquisa e ela requer tempo e serve para obter comprovações. Os cientistas trabalham com comprovações, testes e experimentos. Isso exige dedicação e tempo. Vejamos os seguintes extratos das respostas dos alunos:

A15 – Acredito que os cientistas dedicam anos de suas vidas para o estudo de algum determinado assunto, são anos baseados apenas em concepções, até conseguirem chegar em suas próprias teorias, e mais alguns anos para juntar a teoria à prática e comprovar algum fenômeno.

A9 – primeiramente houve um estudo bem detalhado sobre determinado assunto, logo pesquisas e por fins meios nos quais comprovassem sua teoria.

A5 – Concluem suas pesquisas através de livros, teses, artigos, experiência, etapas e testes, seguindo uma sequência lógica e organizada. Observação – hipótese – experiência – lei – teoria...

A14 – Através de vários experimentos realizados por eles, e com toda tecnologia de hoje ficar um pouco mais fácil de se obter as conclusões. Acredito que seja através dos experimentos.

A30 – Eles lêem diversos livros, textos que falam de determinado assunto, fazem experimentos, e explicam o resultado de forma lógica (com razão). (Grifos nossos).

A ideia apresentada por A15 é bastante inovadora do ponto de vista da história da ciência. Para esse aluno, tudo começa com as concepções dos cientistas que posteriormente se tornarão teorias ou não. Surge aí um elemento novo, pois até então os alunos referiam-se ao trabalho do cientista como sempre partindo de uma observação possivelmente neutra sobre o mundo. Como afirma Thuillier (1994) a respeito do mito do fazer científico:

Será que se faz a ciência progredir glorificando unilateralmente os “fatos” e apresentando a objetividade como norma absoluta? Não é garantido. Por um lado [...] as narrativas que divulgam a história da ciência frequentemente simplificam e distorcem demais as “idas dos grandes sábios”, para fazê-las coincidir com o modelo ideal. Do ponto de vista cultural, isso é empobrecedor. Toda uma mitologia acaba se interpondo entre os cientistas e o público (Thuillier, 1994, p. 20).

E possivelmente é com base nessa ideia que muitos alunos respondem que o trabalho do cientista requer muito estudo e esforço. Não que ciência seja algo corriqueiro ou banal de ser feito. Mas essa ideia do esforço recompensador pode levar a uma visão equivocada do trabalho do cientista. Bem como pode consolidar a crença de que somente pessoas muito inteligentes podem fazer ciência ou seja, reforça o “mito do Gênio” (Thuillier, 1994) ou o “mito do Feiticeiro e seus aprendizes iniciados” (Hobsbawn, 2003) e afasta os alunos e mesmo os licenciandos da carreira científica.

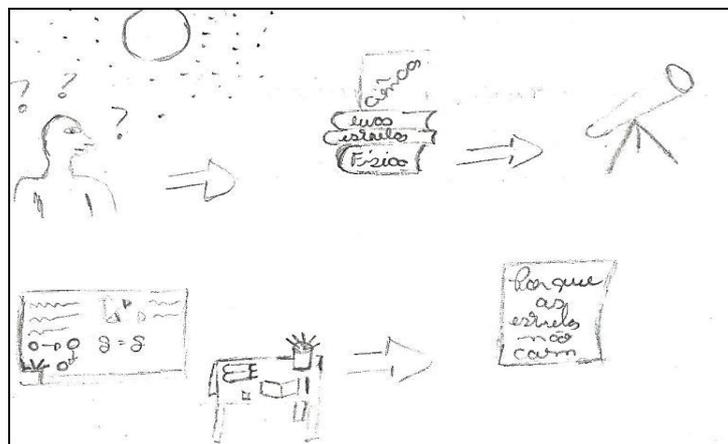
Com relação aos questionários finais da disciplina de Epistemologia, podemos perceber que, de modo geral, os alunos mantêm algumas concepções sobre o funcionamento da Ciência, porém, há uma relativização com relação ao método científico e ao entendimento da forma como o conhecimento científico é produzido. Vejamos na última categoria emergente, quais concepções que os alunos apresentam depois de cursarem a disciplina de HFC e a disciplina de Epistemologia.

Mudanças nas concepções sobre a natureza do conhecimento científico dos licenciandos

Ao final da disciplina de Epistemologia, foi reproduzido o mesmo questionário da disciplina de HFC, acrescentando uma questão de sistematização na forma de desenho, mapa ou esquema sobre o trabalho do cientista. Será esta questão que vamos analisar nesta categoria. É sabido que durante toda a disciplina de HFC e de Epistemologia são discutidos textos e são realizados estudos de caso com episódios da História da Ciência que auxiliem os alunos a relativizarem suas concepções epistemológicas. São trabalhadas em Epistemologia as diferentes vertentes da Filosofia da Ciência. Os alunos entram em contato com as ideias de Popper, Lakatos, Kuhn, Bachelard, Toulmin, Maturana e Feyerabend.

Uma das primeiras coisas que é possível perceber, ao se analisar o questionário final, é que há uma reestruturação na forma como os alunos encaram o trabalho do cientista. Inicialmente, como visto nas duas categorias anteriores, os alunos tendem a imaginar o trabalho do cientista como algo abstrato e especial, que de alguma forma está ligado a um método rígido e que exige dedicação e uma certa dose de genialidade. Posteriormente há, ainda que pequena, uma relativização dessa visão. Alguns esquemas realizados pelos alunos foram selecionados a fim de ilustrar nosso ponto de vista.

Figura 1 – Representação acerca do conhecimento científico elaborado pela aluna 17.



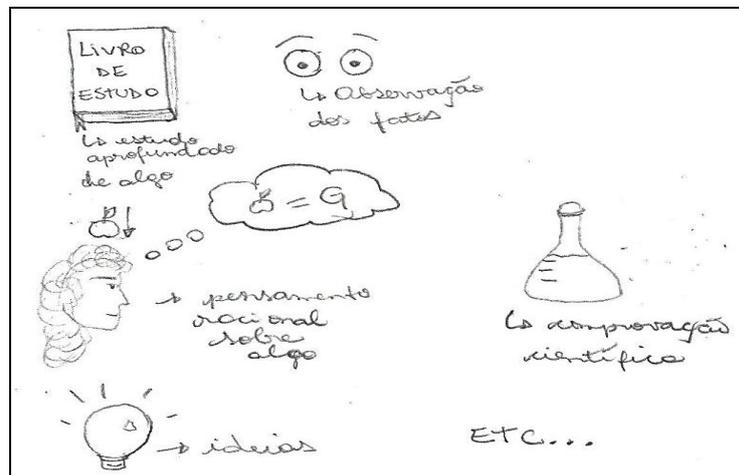
Fonte: Dados dos pesquisadores (2018).

Na Figura 1, apresentamos o esquema na forma de desenhos elaborado pela Aluna 17. Os desenhos foram elaborados e explicados pelos alunos à docente da turma. Em sua representação, a Aluna 17 enfatiza que o início de uma atividade de pesquisa irá ocorrer com uma pergunta ou com algumas dúvidas do ser humano em relação ao seu meio. Da dúvida

parte para uma busca teórica em livros e pesquisas já consolidadas para, posteriormente, utilizar-se da observação (representada por um telescópio) e da elaboração de hipóteses e novas teorias (representadas por um quadro com algumas equações). Posteriormente, são feitos estudos e refutação de hipóteses (representados pela mesa com papéis e livros abertos) para, enfim, os resultados serem apresentados na forma de uma tese.

Nesse esquema, a observação não figura como a primeira atividade do cientista, como afirmam os indutivistas (Chalmers, 1993, p. 37). Esse é um passo importante que os alunos constroem em direção à reformulação de suas concepções sobre a natureza da Ciência. Como demonstrado nas duas categorias anteriores, os alunos enfatizam a observação como sendo o princípio do método científico e no qual se pauta o cientista.

Figura 2 – Representação acerca do conhecimento científico elaborado pela aluna 18.



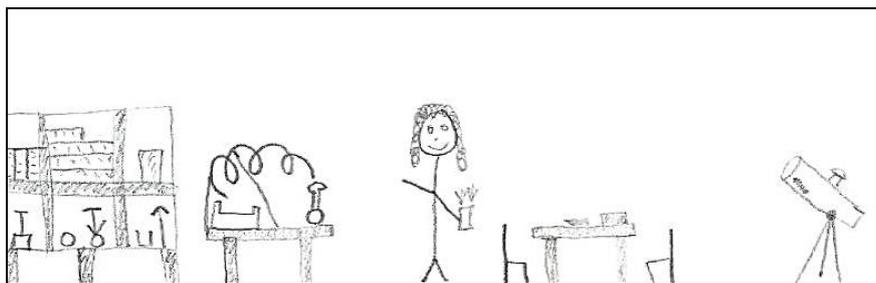
Fonte: Dados dos pesquisadores (2018).

Assim como a Aluna 17, a Aluna 18 representa a atividade do cientista utilizando-se de livros e ícones que representem a pesquisa científica. A observação dos fatos é um item que aparece a parte do seu esquema, não figurando como o primeiro na ordem da metodologia apresentada, mas aparecendo como um dos primeiros passos a serem executados pelo cientista. A Ciência é entendida nesse esquema como sendo um “resultado de um estudo aprofundado e é uma formulação racional”. Há ainda a predominância da visão racionalista da ciência em detrimento de uma visão mais relativista, que leva em conta aspectos sociais e psicológicos envolvidos na pesquisa científica. Não surge ainda uma crítica mais profunda sobre o fazer científico que, como afirma Chibeni (2006):

Parece-me que a lição principal a ser tirada dessas análises é que temos de renunciar, de uma vez por todas, ao ideal tradicional do conhecimento universal e certo sobre o mundo. Todas as nossas afirmações universais sobre a natureza são irredutivelmente falíveis. Nenhum conhecimento científico minimamente complexo para envolver leis não pode ser dito provado, no sentido estrito do termo (Chibeni, 2006, p .06).

Assim como o autor citado (2006), não queremos com isso jogar numa vala comum o conhecimento científico e todas as outras formas de conhecer o mundo. Certamente que o estatuto do conhecimento científico segue algumas regras e possui particularidades que o distinguem dos demais. No entanto, essa diferença não pode ser mais entendida como uma superioridade definitiva e nem pode ser vendida como a bandeira da verdade absoluta sobre o mundo. As respostas e mesmo as perguntas da Ciência são e sempre serão visões parciais e contextualizadas. E é justamente essa noção sadia de incompletude que faz com que a Ciência permaneça viva e autocrítica, diferenciando-se assim de outras formas absolutistas de conhecimento.

Figura 3 – Representação acerca do conhecimento científico elaborado pelo aluno 27.



Fonte: Dados dos pesquisadores (2018).

Na Figura 3 temos a representação de uma cientista e um ambiente rico de pesquisa. Ainda assim a cientista é representada em um laboratório, mas há novos elementos que enriquecem a visão do Aluno 27. Na sua explicação ao desenho, enfatizou esse ambiente de trabalho como pertencendo a um coletivo, há a representação de cadeiras e mesa de estudos, diferentes tipos de instrumentos e principalmente, é uma mulher que ele quis representar. “A ciência promove descobertas, traz benefícios para a humanidade e é feita para entendermos melhor os fenômenos do mundo em que vivemos”. Além disso, o aluno manifesta que “Os cientistas fazem ciência com a contribuição de outros estudos e acho que na verdade não sabem se seus resultados são verdades corretas exatamente”. Nesse sentido, o Aluno 27 representa uma outra mudança percebida nos alunos nas suas respostas ao questionário final de Epistemologia: a Ciência deixa de ser uma comprovação absoluta da verdade. Há uma

relativização dessa concepção.

5. Considerações Finais

Conforme afirma Borges (2007, p. 109): “O conhecimento é intransferível, é construído num processo intercalado por crises, rupturas e reestruturações, num processo permanente de mudanças. É assim que nós crescemos e as ciências se desenvolvem”. Partindo dessa premissa, podemos perceber rupturas e descontinuidades nas concepções dos alunos do curso pesquisado de Licenciatura em Ciências Exatas com relação a suas visões sobre a natureza do conhecimento científico. Os resultados apontam que, embora tímida, há uma significativa mudança nas concepções dos alunos ao longo dos anos, especialmente no que se refere às questões metodológicas da Ciência. E mesmo que careçam ainda de uma mudança mais radical, talvez pelo pouco tempo que dispõem no currículo para debater tais assuntos e talvez mesmo pelo amadurecimento lento que ocorre em todos durante uma graduação. No entanto, já é possível perceber algumas rupturas importantes tais como a relativização da observação como ponto de partida para o desenvolvimento de uma pesquisa e o questionamento sobre a verdade e a validade das descobertas científicas. Trata-se de dois pontos importantes para o início de uma visão mais ampla e complexa do fazer científico que irá impactar diretamente na prática desses futuros professores em sala de aula.

Dessa forma, esses futuros professores terão mais sensibilidade às ideias prévias de seus alunos sobre a natureza da Ciência. Isso porque, uma vez que também tenham tido a oportunidade de refletir sobre a natureza do conhecimento científico, suas ideias iniciais acerca dessa temática também se transformaram e evoluíram.

Assim como apontaram os estudos de Ledermann (1992), Mathews (1995), Harres (1999), Pineda e Mota (2006), Scheid, Ferrari e Delizoicov (2007), Miranda *et al* (2009) e Larkin (2012), as concepções sobre a natureza da ciência e da pesquisa científica têm forte influência no ensino de ciências. É preciso que o entendimento sobre o conhecimento científico seja complexificado nos futuros professores para que eles não tornem a transmitir a ideia de que a ciência serve para “descobrir fatos” (Scheid et al. 2007, p.168), mas que possam reestruturar seus conhecimentos a fim de compreenderem a Ciência como uma construção humana, sendo processual e contextualizada na história, na política e na sociedade como um todo.

Por fim, acreditamos que há uma grande possibilidade de que os licenciandos, ao serem instigados a reconstruírem suas ideias sobre a natureza do conhecimento científico

durante sua formação inicial, não acabem reproduzindo uma visão simplista da Ciência no seu cotidiano pedagógico. E dessa forma seja possível impactar positivamente no ensino de Ciências, construindo uma visão aberta e complexa acerca da atividade científica.

Referências

Atkins, P. (1995). Science as Truth. *History of the Human Science*. 8(2), 97-102.

Biancolin, M., Ferrara, N. F., Matozinho, C. J. J. (2017). As concepções sobre a natureza da Ciência de professores de Física do Ensino Médio. In: *Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências*, Florianópolis.

Bogdan, R., Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Editora Porto.

Borges, R. M. R. (2007). *Em debate: cientificidade e educação em ciências*. 2ª ed. Porto Alegre: EdIPUCRS.

Chalmers, A. F. (1993). *O que é ciência afinal?* São Paulo: Editora Brasiliense.

Chibeni, S. S. (2006). *Algumas observações sobre o “método científico”*. Disponível em: www.unicamp.br/~chibeni. Recuperado em em Agosto 2018.

Cubero, R. P. (1994). Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales...¿Distinta terminología y un mismo significado? *Revista Investigación en la Escuela*. 1(23), 33-42.

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

Harres, J. B. S.; Pizzato, M. C.; Sebastiany, A. P.; Fredebon, F.; Fonseca, M. C. & Henz, T. (2005). *Laboratórios de ensino: inovação curricular na formação de professores de ciências*. 1 Santo André: ESETec.

Hobsbawn, E. (2003). *Era dos extremos: o breve século XX: 1914-1991* São Paulo: Companhia das Letras.

Larkin, D. (2012). Misconceptions about “misconceptions”: preservice secondary science teachers’ views on the value and role of student ideas. *Science Education*, 96(5), 927–959.

Lederman, N. G. (1992). Student’s and Teachers Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 9, 331-359.

Magnusson, S., Krajcik, J., & Borke, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In: *Examining pedagogical content knowledge*. Springer Netherlands, 95-132.

Mathews, M. R. (1995). História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. In: *Caderno Catarinense de Ensino de Física.*, 12(3), 164-214, dez.

Miranda, E. M., Baffa, A. L., Freitas, D., & Pierson, A. H. C. (2009). Concepções de professores sobre aspectos da natureza da ciência. In: *Anais VII ENPEC*, Florianópolis.

Moraes, R., Galiuzzi, M. do C. (2007). *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí.

Pineda, D. P. R., Mota, Á. D. L. (2006). ¿Cómo se articulan las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente en el aula?. Tres estudios de caso de profesores de secundaria. In: *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), octubre-diciembre.

Pozzo, J. Ig., CRespo, M. Á. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5ª ed. Porto Alegre: AtMed.

Ribeiro, E. B. V.; Benite, A. M. C. (2009). Concepções sobre natureza da ciência e ensino de ciências: um estudo das interações discursivas em um Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. 9(1).

Scheid, N. M. J.; Ferrari, N., & Delizoicov, D. (2007). Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. In: *Investigações em Ensino de Ciências* – 12(2), 157-181.

Silva, B. V. C. (2010). A Natureza da Ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. In: *Latin-American Journal Physic Education*. 4(3).

Silva, B. V. C., Martins, A. F. P. (2018). Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática Natureza da Ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 35(2), 389-413.

Thuillier, P. (1994). *De Arquimedes a Einstein: A face oculta da invenção científica*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Roberta Chiesa Bartelmebs – 60%

Carlos Henrique Coimbra-Araújo – 20%

Danilo de Oliveira Kitzberger – 20%