

CONSTRUINDO ENTENDIMENTOS DE CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES POR MEIO CASOS HISTÓRICOS E CONTEMPORÂNEOS

Daniela Martins Buccini Pena¹; Ana Luiza de Quadros²

RESUMO

Este trabalho parte da premissa de que um conhecimento profundo da Ciência envolve tanto o conhecimento conceitual quanto o seu processo de produção. Para isso dirigimos nossa atenção para os professores de Química em formação, com o objetivo de promover um entendimento mais amplo da Ciência a partir do estudo de casos históricos e contemporâneos e, ainda, de analisar se a lida com esses estudos de caso poderia, de alguma forma, contribuir para o aprimoramento das aulas quando eles assumirem a docência. Assim, inserimos uma série de casos em uma disciplina optativa para graduandos em Química, registrando as aulas em vídeo e realizando posteriormente entrevista semiestruturada individual. A análise dos dados mostrou significativas contribuições no entendimento da práxis científica, embora o discurso dos professores em formação aponte algumas limitações na contribuição para o aprimoramento das aulas quando assumirem a docência. Entendemos, com isso, que esse conhecimento mais amplo da Ciência deva se configurar como um projeto de curso, para além de uma disciplina.

Palavras-chave: ciência, estudos de caso, formação inicial.

CONSTRUCTING SCIENCE UNDERSTANDINGS IN THE TRAINING OF TEACHERS WITH CASE STUDIES

ABSTRACT

This work starts from the premise that a profound knowledge of Science includes both the conceptual knowledge and its production process. To that end, we focus on the Chemistry teachers in training, with the aim to promote a wider understanding of the Science from the study of historical and contemporaneous cases and to analyze if dealing with these case studies could, somehow, contribute to improve their classes when they start teaching. Thus, we inserted a series of cases in an optative course for Chemistry undergraduates, recording the classes in video and later carrying out individual semi-structured interviews. The data analysis showed significant contributions in the understanding of the scientific praxis, although the discourse of the teachers in training points to some limitations in the contributions to improving the classes when they start teaching. We understand, thus, that this wider knowledge of Science should be configurated as a graduation chemistry project, beyond a course subject.

Keywords: science, case studies, graduation course.

¹ Doutora e mestre em Educação pela UFMG. Licenciada em Química pela UFMG. Faculdade de Educação – Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: danielabuccini@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9954-585X>.

² Doutora em Educação (UFMG). Mestre em Educação nas Ciências (Unijuí – RS). Licenciada em Química (Unijuí – RS) e Ciências Licenciatura de 1 Grau (UFSM). Faculdade de Educação – Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: ana.quadros@uol.com.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9175-7604>.

LA CONSTRUCCIÓN DE UNA COMPRENSIÓN DE LAS CIENCIAS EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO MEDIANTE ESTUDIOS DE CASO

RESUMEN

Este trabajo supone que un conocimiento más profundizado en las Ciencias implica tanto el conocimiento conceptual como su proceso de producción. Para ello, se detiene la mirada en la formación del profesorado en Química, con el objetivo de promover una comprensión más amplia de las Ciencias a partir de estudios de casos históricos y contemporáneos, además de realizar un análisis si el tratamiento de estos casos podría contribuir, de alguna manera, a la mejora de las clases cuando se hace cargo de la docencia. Así, se utilizó una serie de casos en una materia optativa para estudiantes de licenciatura en Química, con la realización de grabaciones en vídeo de las clases y, posteriormente, de entrevistas individuales semiestructuradas. El análisis de los datos mostró contribuciones significativas para la comprensión de la práctica científica, aunque el discurso de los profesores en formación apunta algunas limitaciones para contribuir con la mejora de las clases cuando asumirán la docencia. Por tanto, este conocimiento más amplio de las Ciencias puede configurarse como un proyecto de curso mucho más allá de una materia.

Palabras clave: ciencias, estudios de caso, formación inicial.

INTRODUÇÃO

Ao entrarem em contato com tendências contemporâneas de ensino e aprendizagem (por exemplo: abordagem comunicativa, argumentação, ensino por investigação), os professores em formação, apesar de se mostrarem inclinados a se apropriar desse conhecimento, manifestam um compromisso excessivo com o conteúdo conceitual e, algumas vezes, mostram dificuldade em tratar a Ciência desenvolvida na escola como uma das formas de explicar as coisas do mundo (Buccini Pena, 2016).

Acreditamos que o ensino de ciências seja um tempo/espaco privilegiado para que se conheça mais profundamente essa Ciência, ou seja, para que os estudantes aprendam os conceitos e o processo de construção desse conhecimento. Argumentamos que o ensino de Ciências deve preparar o estudante para avaliar evidências, julgando os diferentes fatores sociais, econômicos e os interesses diversos envolvidos na produção científica, ou seja, deve construir entendimentos de como funciona a Ciência. Consideramos essencial que o professor seja preparado durante sua formação inicial para ampliar essa visão de Ciência junto aos seus próprios estudantes.

A formação de professores é um campo complexo, o que o torna um assunto instigante e inesgotável. Em uma disciplina optativa ofertada aos graduandos em Química foram explorados casos históricos e contemporâneos, como forma de discutir fatores que interferem na produção científica. Com este trabalho procuramos responder às seguintes questões: Os estudantes melhoram seu entendimento de aspectos relativos a Ciência a partir da reflexão sobre estudos de caso? Esse entendimento contribui de alguma forma para o aprimoramento das aulas quando assumirem a docência?

REFERENCIAL TEÓRICO

Acreditamos que conhecer mais amplamente a Ciência – aprender os conceitos, mas também como eles são produzidos – pode trazer impactos positivos na qualidade da educação científica básica e também impactos positivos na forma como a sociedade se relaciona com a Ciência. Muitos autores (Allchin, 2011; Conant, 1970; Irwin, 2000; Irzik; Nolan, 2011; Lederman, 2006; Matthews, 2012) tratam da importância de se considerar aspectos da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Ciências para que os estudantes não desenvolvam concepções equivocadas de Ciências e não sejam reforçadas as concepções que eles trazem do dia a dia.

Em seu livro *O que é Ciência, afinal?* Chalmers (1993) apresenta um panorama das teorias da Sociologia e Filosofia que buscaram definir o que é Ciência. O autor faz comentários acerca de diferentes linhas teóricas como o Indutivismo, o Falsificacionismo de Popper, os programas de pesquisa de Lakatos, os paradigmas de Kuhn, o objetivismo, a teoria anarquista do conhecimento de Feyerabend, entre outras importantes teorias que buscaram delimitar o que é ou não Ciência. Chalmers (1993) argumenta que os critérios delimitadores são diferentes para as diferentes áreas da Ciência e, de certa forma, desconstroem as correntes vigentes, sem, contudo, apresentar alternativas a elas (Chalmers, 1997).

Buscamos, então, “entender Ciência a partir do fazer Ciência”, concepção presente em duas linhas com as quais temos certa aproximação: os estudos de **Bruno**

Latour e os de David C. Gooding. Assim, dirigimos o nosso olhar para esses dois pesquisadores.

Em seu livro *Vida de Laboratório – a produção dos fatos científicos* Latour e Woolgar (1997) apresentam um relato de um estudo etnográfico conduzido dentro do laboratório do professor Roger Guillemin, Prêmio Nobel de Medicina em 1978, no Instituto Salk (Califórnia, EUA).

Segundo os autores, a pesquisa deles teve como objetivo “aproximar-se da Ciência, contornar o discurso dos cientistas, familiarizar-se com a produção dos fatos e voltar-se sobre si mesma” (p. 26). Assim, ganha centralidade na obra a observação direta do trabalho científico, e é nesse ponto que ela se distancia dos estudos de natureza historiográfica e sociológica.

Segundo Latour e Woolgar (1997),

Para dar independência às análises da Ciência, é necessário, pois, não se basear unicamente no que os pesquisadores e descobridores dizem de si mesmos. Eles devem tornar-se o que os antropólogos chamam de “informantes”, certamente informantes privilegiados, mas sempre informantes de quem se duvida (p. 19-20).

De acordo com os autores, com essa intenção surgiram estudos sociológicos que visavam entender melhor o funcionamento das “instituições científicas, a concorrência entre os pesquisadores e a evolução das disciplinas” (p. 20). No entanto, de acordo com Latour e Woolgar (1997), apesar desses esforços esses estudos:

mantêm intacto o quebra-cabeça antropológico que queremos resolver. Na verdade, essa literatura chega a ser um impasse com relação ao conteúdo científico, ou, o que dá no mesmo, ela isola a “dimensão cognitiva” dos “fatores sociais” que a circundam (p. 20).

Em se tratando da abordagem da história da Ciência, Latour e Woolgar (1997) afirmam que ela estabelece “um laço estreito entre a prática dos pesquisadores e os objetos que eles produzem” (p. 20). No entanto, na visão dos autores, a história da Ciência ainda é muito tímida e “não passa de uma roupagem da história das ideias, quiçá da epistemologia” (p. 21).

Latour e Woolgar (1997) pretendem que sua obra se configure como uma observação de como o saber científico é produzido e, para isso, utilizam o fazer dos pesquisadores como fonte de informação. Segundo eles, o relato na forma de livro “não se contenta em tratar dos erros ou dos trâmites de suas condutas, mas esforça-se para mostrar, por meio de explicações simétricas, porque, muitas vezes, eles estão certos” (p. 25).

Apropriamo-nos da obra de Latour e Woolgar (1997) pelo fato de ela não apenas compreender a Ciência como construção humana, mas compreender quais são as práticas, procedimentos e estratégias que decorrem da prática científica (Kropf; Ferreira, 1998). O argumento central proposto por Latour e Woolgar (1997) é que a Ciência não é distinta de outras práticas sociais e que os cientistas utilizam técnicas persuasivas para garantir que seus postulados sejam aceitos (Kropf; Ferreira, 1998).

Com isso, assumimos a ideia de que a Ciência deve ser compreendida a partir de sua própria prática, do fazer científico. Compreender como cientistas trabalham e como o conhecimento científico é produzido com base em uma perspectiva mais prática também pode ser importante para desenvolver visões mais completas da Ciência. Outra reflexão necessária é o entendimento de que a Ciência influencia a sociedade e, da mesma forma, é por ela influenciada.

Bruno Latour se tornou uma referência importante para aqueles que buscam entender as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Em seu livro *Ciência em ação* (Latour, 2011) o autor faz análises de uma série de estudos de caso e a partir deles trabalha um entendimento mais amplo da Ciência moderna. Ele conclui que o entendimento da atividade científica se dá a partir do entendimento dos contextos técnicos e sociais, e que existe uma atuação de “dentro e fora” do laboratório, ou seja, o cientista necessita lidar com a experimentação e com a atuação política (para conseguir financiamentos, prestígio, entre outros).

Ainda na busca de conhecimentos sobre o fazer científico voltamos nosso olhar para o trabalho de David C. Gooding. Esse autor se dedicou a entender o papel da visualização, da inferência, da comunicação e da criatividade no fazer científico e se tornou um grande especialista na obra de Michael Faraday. Em sua obra, Gooding

(2004b; 2010) busca compreender como cientistas utilizam a visualização para criar e manipular imagens, e como essas imagens auxiliam na construção de ideias e significados para os fenômenos, que depois são comunicados. O autor apresenta exemplos que “ilustram como os cientistas interpretam e explicam fenômenos, manipulandoativamente aquelas características do mundo que se prestam a representações estruturais e vice-versa” (Gooding, 2004b). Segundo Gooding (2004b), as representações facilitam o processo científico na descoberta e desenvolvimento de novas explicações, pois a compreensão é melhorada quando podemos visualizar um novo fato aproximando-o de elementos familiares. Ao mesmo tempo, as representações são também cruciais para a comunicação externa das ideias científicas.

O autor analisa uma série de trabalhos científicos para entender como os cientistas manipulam esse tipo de recurso. Gooding (2010) aponta que ao lançar mão de visualizações os cientistas utilizam uma grande variedade de representações e uma rápida migração entre elas. Ele identificou, em seus estudos, vários tipos de soluções de problemas que os cientistas utilizam na interpretação de dados, o que inclui a construção, a expansão, a validação e os testes de modelos. Gooding (2010, p. 32) argumenta que “o pensamento baseado em imagem estimula a demanda por representações externas e ajuda os cientistas a interpretar e validar imagens e dados, produzindo novas técnicas de visualização”.

Gooding (2010) defende que existe uma conexão entre aspectos cognitivos, sociais e tecnológicos, “mostrando como as inferências produtoras de representação conectam cada um dos contextos sobrepostos do trabalho científico” (p. 33), como o olhar pessoal do cientista, as tecnologias que medem as imagens, o domínio social da comunicação, a negociação, entre outras inferências.

O trabalho de Gooding (2004a, 2004b, 2010) apresenta exemplos de investigações que nos permitem compreender de forma mais aprofundada alguns aspectos da prática científica. Imagens, gráficos, fotos e diagramas não terão, para uma pessoa que não domina a linguagem científica, o mesmo significado que têm para um cientista que trabalha com esses recursos. Partimos da hipótese de que o entendimento da prática do cientista permite conhecer mais amplamente a Ciência, ou seja, conhecer os conceitos e os fatores envolvidos na produção desse conhecimento.

METODOLOGIA

O estudo realizado se valeu de métodos qualitativos, sendo que a questão direcionadora visava compreender as potencialidades do estudo de casos históricos e contemporâneos para um entendimento mais amplo da Ciência por parte de professores em formação. A seguir descrevemos os sujeitos investigados, o contexto em que se deu a investigação e a produção e análise dos dados.

a) Os sujeitos investigados

Participaram da pesquisa 12 estudantes de graduação, sendo 11 licenciandos e um bacharel, que declarou, no primeiro dia de aula, ter a intenção de fazer a licenciatura. Em relação à experiência com questões de ensino para além das disciplinas formais durante o curso três tinham participado do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) e duas eram alunas de Iniciação Científica na área de Educação em Química. No que se refere à prática docente, duas já atuavam como professoras designadas da Rede Estadual, e três deles trabalhavam como professores voluntários em preparatórios do Enem. Os outros dois participantes não tinham, até então, qualquer tipo de experiência na área docente.

A pesquisa foi aprovada no CAAE sob o número 88864518.3.0000.5149. Foram atribuídos nomes fictícios aos sujeitos para preservar o anonimato, e todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido autorizando a utilização dos dados gerados pela pesquisa.

b) Organização da disciplina

A disciplina em que foram produzidos os dados contou com uma carga horária de 60 horas, sendo um encontro semanal de quatro horas/aula e foi ofertada preferencialmente para estudantes do curso de Licenciatura em Química. A ementa da disciplina previa a utilização de estudo de casos históricos e contemporâneos envolvendo a produção de conhecimento científico. Os estudos de caso históricos tratam de algum tipo de controvérsia ocorrido na ciência (Allchin, 2013) ou a algum

fato da História da Ciência que permeia a produção do conhecimento, tanto a partir da vida de um cientista quanto do desenvolvimento de teorias científicas importantes (Billican *et al.*, 2015). Os estudos de caso contemporâneos tratam de alguma questão atual envolvendo a Ciência e foram inseridos por contribuírem para a percepção de uma ciência em construção.

Também foi dedicado parte da disciplina para discussões sobre o papel do professor na construção de uma visão mais completa da Ciência, que inclui a aprendizagem conceitual mas também a aprendizagem de como a Ciência funciona.

No Quadro 1 estão descritas as aulas em que os estudos de caso foram discutidos e as discussões relevantes ocorridas em cada uma delas.

Quadro 1. Distribuição dos temas ao longo da disciplina investigada

Aula	Assunto	Discussões realizadas
1	Introdução à disciplina	Ciência: produção e validação.
2	A Fosfoetanolamina em questão	Polêmicas na Ciência.
3	a) Pasteur e a geração espontânea (Martins, 2009).	Equívocos, favorecimentos e parcialidade na Ciência
	b) Becquerel e a radioatividade (Martins, 1990; Martins, 2004).	Subjetividade, dogmas e escolhas teóricas dos Cientistas. Mulheres na Ciência.
4	A descoberta da dupla hélice do DNA (Acevedo-Díaz, García-Carmona, & Aragón, 2016)	Trabalho em equipe e competições entre cientistas/grupos de cientistas. Mulheres na Ciência.
5	Os medicamentos Talidomida e Celobar	Erros ou equívocos na Ciência.
6	A polêmica vida de Fritz Haber a partir de três textos (Chagas, 2007; Hoffmann, 2007; Rezende, 2016)	O cientista na sociedade: polêmicas envolvendo a vida e a obra de um cientista.
9	A Ciência e a tecnologia em questão: o anticoncepcional (júri simulado)	Limitações na Ciência e controvérsias científicas.
13	Ensinar Química	Ser professor e ser professor de Química – implicações na sociedade e na sala de aula.
14	Fechamento das discussões envolvendo a Ciência	O conhecimento científico na Ciência e na sala de aula.

Fonte: Autores.

Na primeira aula os temas das aulas 3, 4, 5, 6 e 9 foram divididos entre os estudantes matriculados, ficando esses (individualmente ou em dupla) responsáveis por apresentá-los nas respectivas aulas. Nessas aulas os professores em formação fizeram a apresentação do tema/texto, e, então, a professora conduzia a discussão.

c) Coleta e análise de dados

As aulas foram gravadas em vídeo e áudio para a produção de dados neste trabalho. Os momentos de discussão (após a apresentação dos textos) foram transcritos para facilitar a análise. Foi criado um quadro descritivo contendo o detalhamento de todos os episódios das aulas. Os episódios de maior interesse foram selecionados e alguns fragmentos são apresentados ao longo deste texto, organizados em quadros, nos quais o símbolo // representa uma pausa significativa na fala, e o símbolo [...] representa um corte na sequência transcrita. Optamos por pontuar as sequências transcritas para facilitar o entendimento, mesmo tendo presente que a pontuação na transcrição de falas pode ser considerada inferência.

Após o término da disciplina foi realizada uma entrevista individual com os estudantes, em locais variados no ambiente universitário, de acordo com a disponibilidade de cada um deles. Essas entrevistas foram gravadas em áudio e transcritas integralmente. Como optamos por entrevista semiestruturada, elaboramos um grupo de questões individuais a partir da análise das aulas, visando clarear alguns pontos de vista, e mais duas questões de caráter geral, para todos, que solicitavam possíveis contribuições dos estudos de caso para a atividade docente quando egressos. A partir das respostas fornecidas, outras questões foram feitas. Além disso, valemos-nos de um diário de campo para registrar momentos da aula que poderiam contribuir para a análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já dissemos, nesta investigação a opção se deu pelo estudo direto de casos históricos e contemporâneos selecionados para compor uma disciplina acadêmica. Por uma limitação de espaço, selecionamos aspectos das aulas que julgamos mais significativos entre os tantos possíveis de serem destacados. Esses aspectos trataram de: (a) subjetividade no trabalho do cientista; (b) limitações da Ciência; (c) o Prêmio Nobel; (d) os estudos de caso na formação dos licenciandos; (e) os estudos de caso na atividade futura. A descrição da análise feita segue essa estrutura.

a) A subjetividade no trabalho do cientista

Os textos trabalhados durante a Aula 3 (Martins, 1990; 2004) faziam um relato histórico do trabalho de Antoine Henri Becquerel e de uma tentativa de explicar de um fenômeno, tarefa da qual ele abdicou. Considerando as perspectivas teóricas adotadas por Becquerel ao longo de sua carreira, ele explicou seus achados a partir da teoria da luminescência. Porém não conseguiu resultados promissores e, ao que parece, perdeu o interesse por aquele estudo, abandonando-o. Marie Curie, que era próxima de Becquerel, retomou esses estudos, nomeando os raios encontrados por ele como Raios de Becquerel. Portanto foi a dedicação de Curie a esse fenômeno que fez com que os raios encontrados por Becquerel ficassem conhecidos. Marie Curie rejeitou a “hiperfosforescência” e denominou o fenômeno de “radioatividade”:

Pode-se considerar que Marie Curie foi responsável não apenas pelo nome “radioatividade”, mas também pelo estabelecimento da radioatividade como um novo campo de pesquisas. Foi principalmente graças ao trabalho de Curie, com a descoberta do tório, do polônio e do rádio, em 1898, que tornou o assunto amplamente conhecido e discutido (Martins, 2004, p. 512).

A contribuição e a importância desses trabalhos renderam aos três, Marie Curie, Pierre Curie e Henri Becquerel, o Prêmio Nobel de Física de 1903. Em alguns livros didáticos, no entanto, Becquerel aparece como o “pai da radioatividade”, desconsiderando o papel de Marie Curie (Martins, 1990).

Após a apresentação desses dois textos, feita por uma estudante participante da disciplina, a professora chamou a atenção dos licenciandos para o fato de a perspectiva teórica adotada inicialmente por Becquerel ter sido decisiva para a maneira como o cientista conduziu sua pesquisa. Inúmeras contribuições foram apresentadas durante a discussão, ampliando o assunto para além dos textos apresentados. Transcrevemos um fragmento da discussão:

Pedro: *Tem que levar em consideração também que nessa época o modelo atômico era do Dalton. O Thomson publicou a pesquisa dele que trata da descoberta do elétron posteriormente. Então, nessa época, eles não tinham muita ideia de como era o átomo ainda.*

Professora: *Os estudos deles eram empíricos. Para construir explicações eles não tinham o conhecimento que temos hoje.*

Pedro: *É interessante ver como as pesquisas estão relacionadas no tempo.*

Tamires: *Uma das coisas também era que Becquerel foi muito influenciado por Poincaré, ele seguiu muito. E Marie não tinha essa influência tão pesada dessa proposição dele, que acho que foi um dos pontos que deu essa liberdade a ela de poder pensar além do que estavam pensando na época.*

Samuel: *Então, é o mesmo fenômeno e, pelo que entendi, eles analisaram de forma bem diferente.*

Renata: *Isso significa que ter acesso aos dados não implica uma resposta certeira e correta acerca de tal assunto.*

Natália: *As conclusões são diferentes, pois não existe uma verdade sobre o que aconteceu, ninguém esteve lá para provar. Somente existem evidências e cada um interpreta de um jeito.*

Os licenciandos discutiram o impacto do contexto e do aparato tecnológico disponível no desenvolvimento de uma pesquisa. Isso foi importante para que pudessem refletir sobre as diferentes perspectivas consideradas por Becquerel e por Marie Curie ao analisarem o fenômeno percebido por Becquerel.

O interesse dos cientistas da época estava voltado para a natureza dos chamados raios X. Os raios X foram observados pela primeira vez por Wilhelm Conrad Röntgen, embora na época não se compreendesse como eles eram produzidos pela descarga elétrica nos tubos de Crookes. Poincaré presumiu que existia uma relação entre os raios X emitidos no tubo com a luminescência. O fato de Becquerel ter sido muito influenciado pelo trabalho de Poincaré foi trazido por Tamires, estudante que estava no último semestre do curso e que pesquisava as mulheres que se destacaram na Ciência.

Em alguns momentos da disciplina essa insistência de Becquerel em explicar um fenômeno por meio da hiperfosforescência foi chamada de “dogma”, pois ele não foi capaz de abrir mão de sua crença inicial. A persistência em algumas teorias científicas ou, em alguns casos, a disseminação de teorias científicas estabilizadas pode diminuir a capacidade dos cientistas de criar explicações ou abordagens para fenômenos observados (Khun, 2012). Essa perspectiva também foi tratada por Feyerabend, que argumenta que a liberdade de escolha de um cientista é limitada por seu contexto social e pelas situações vividas (Chalmers, 1993).

Lidar com esse caso e analisar a condução de Becquerel e de Maria Curie no estudo do mesmo fenômeno auxiliou os licenciandos a romper com a ideia de que os cientistas analisam os dados apenas de forma lógica, racional e neutra. É importante

considerar a subjetividade na Ciência, pois a observação direta de um fenômeno nunca é neutra e sempre será influenciada pelas perspectivas teóricas dos cientistas (Gooding, 2010). É de se ressaltar que a não neutralidade da Ciência foi retomada em várias aulas posteriores.

b) As limitações da Ciência: um caso contemporâneo

No início da disciplina quatro estudantes ficaram responsáveis por participar de um júri simulado com o tema “Anticoncepcional em questão”. Para tal, foi disponibilizado o caso “A Pílula”, construído por Albertor, Buccini e Quadros (2020). Tamires e Letícia defenderam o ponto de vista da Medicina e apresentaram argumentos baseados nas consequências do uso da pílula anticoncepcional sobre a saúde da mulher com a intenção de aconselhar a personagem do “caso” a não usar a pílula. Marina e Milena apresentaram argumentos baseados nos direitos da mulher em tomar decisões em relação ao próprio corpo e, portanto, ter liberdade para fazer uso da pílula. Assim que as duas duplas de licenciandas apresentaram seus argumentos teve início a discussão do tema.

Considerando que no caso recebido o médico indicava à paciente o não uso do anticoncepcional, Tamires e Letícia buscaram estudos que mostram os riscos desse tipo de medicamento, enfatizaram esses riscos durante a apresentação e apresentaram exemplos de mulheres que tiveram problemas decorrentes do uso desse contraceptivo. Os argumentos desse grupo foram embasados em estudos presentes na literatura e em bulas de alguns desses produtos. Rodrigues (2019), ao tentar entender o aumento crescente de mulheres em idade fértil que se recusam ao uso de anticoncepcionais, afirma que é possível encontrar, na mídia, na *internet* e em redes sociais, diversos depoimentos e campanhas contra o uso da pílula. As razões elencadas por esses movimentos estão relacionadas ao aumento das chances do desenvolvimento de doenças, como o câncer e a trombose, e a outros efeitos colaterais comuns, como a diminuição da libido e as alterações de humor ao longo do ciclo menstrual (Rodrigues, 2019).

Marina e Milena, por sua vez, apresentaram um histórico de como a pílula chegou ao mercado, destacando a importância de seu uso para o empoderamento

feminino, para a consolidação da mulher no mercado de trabalho e na prevenção da gravidez em si, principalmente para mulheres jovens e carentes. Le Couteur e Burreson (2006) argumentam que o anticoncepcional oral provavelmente foi o grande propulsor da revolução sexual ocorrida na década de 1960 e ajudou a construir um cenário no qual a mulher pode ter controle sobre seu corpo e sua fertilidade. A aceitação, no entanto, não foi um processo pacífico, pois envolveu aspectos morais, valores familiares e religiosos, e controvérsias na saúde, tópicos explorados por Tamires e Letícia durante a apresentação. O lançamento da pílula no mercado causou importantes mudanças sociais tanto nas relações entre homens e mulheres quanto na dinâmica familiar de uma parte da população (Freitas *et al.*, 2009).

A partir dos argumentos das duas equipes teve início o debate sobre esse tema, do qual selecionamos um pequeno fragmento:

Renata: *Eu estava lendo uma entrevista de uma pesquisadora que disse que no mercado existem várias quantidades e que o médico deve olhar com a mulher o histórico e predisposição de doenças e que podem ser pensados em métodos alternativos. Mas que muitas mulheres de baixa renda não têm acesso a esse tipo de informação. E ocorre a automedicação.*

Tamires: *É muito dinheiro envolvido e pouco conhecimento.*

Renata: *Nessa mesma entrevista tem muitos estudos sobre as contraindicações da pílula, mas são controversos.*

Tamires: *A ideia é que mesmo quando a pílula foi lançada já existia essa preocupação sobre as consequências. Muitos médicos não falavam dos riscos, e você vai tomar um medicamento continuamente sem saber dos riscos. De acordo com as discussões que estamos tendo aqui nas atividades é a questão de conhecer, ter acesso ao conhecimento.*

Renata: *Quem tem que fazer é o profissional de saúde, mas eles fazem?*

Samuel: *Então deveria proibir o uso então.*

Marina: *Não (risos).*

Augusto: *Uma das dificuldades de estudo é que quando foi lançado teve altas taxas de hormônio e que ao longo do tempo foram diminuindo e isso dificultou comparar os efeitos colaterais.*

Letícia: *Mas mesmo com uma tecnologia melhor, com menos hormônios, os riscos ainda existem.*

Tamires: *Eu comecei a tomar por uma questão hormonal. Mas o próprio médico disse que é questão de teste. Aí você pensa // vou colocar minha vida em risco, nova e saudável para fazer teste?*

Samuel: *Se não pode proibir, vai fazer o que, então?*

Nesse diálogo é possível perceber que o uso da pílula anticoncepcional foi considerado um tema controverso pelos participantes. Eles levantaram a questão da necessidade de orientação individualizada por parte dos médicos, mas reconheceram

que isso muitas vezes não ocorre, seja por opção do profissional de saúde ou em função da automedicação. Eles exploraram a dificuldade que a Ciência tem para comprovar a segurança de um medicamento e o fato de terem encontrado, na literatura, muitos dados contraditórios em relação ao assunto. O histórico das pesquisas que levaram à produção da pílula anticoncepcional fez com que mais uma vez os licenciandos refletissem sobre as influências sociais na produção científica. O “empoderamento” feminino também foi amplamente discutido nesse júri, ressaltando tanto a influência da Ciência na sociedade quanto a da sociedade na Ciência.

Um caso interessante envolvendo tomada de decisão aconteceu com a licencianda Tamires. Em uma aula anterior a licencianda procurou a professora questionando-a sobre o motivo de ter escolhido o anticoncepcional como tema do júri simulado, uma vez que ela considerava que ele não apresentava nenhum tipo de polêmica. A professora sugeriu a ela, então, conversar com uma professora do setor de Química Orgânica do Departamento de Química da UFMG, que já havia realizado algumas palestras sobre esse assunto, sem informar à licencianda qual era a postura dessa professora em relação ao uso da pílula. Não sabemos se a professora foi realmente contatada por Tamires, mas em dois momentos ficou muito claro o efeito desse júri simulado sobre a licencianda. Em uma conversa com a professora da disciplina a estudante disse que tinha a intenção de nunca mais fazer uso de pílulas anticoncepcionais em razão dos estudos que fez a respeito dos efeitos colaterais desse medicamento. Tamires comentou que já havia entrado em contato com seu médico para analisar formas alternativas de controle de natalidade. Durante a avaliação da disciplina ela reafirmou publicamente esse posicionamento.

Rodrigues (2019) argumenta que a escolha pelo uso ou não da pílula pode ser influenciada tanto pelas controvérsias científicas, quanto pelos saberes populares, pela indicação médica, e por uma série de outros fatores. Tamires, ao aprofundar seus conhecimentos em torno desse assunto, parece ter escolhido outro caminho para a prevenção à gravidez.

A pílula anticoncepcional é um exemplo poderoso de como os produtos da Ciência podem afetar profundamente as relações sociais. Seu uso apresenta aspectos positivos como o controle de natalidade, que permitiu a diminuição do ritmo de

crescimento da população mundial e que contribuiu para a entrada da mulher no mercado de trabalho e para a sua emancipação sexual. No entanto hoje existem movimentos e pesquisas que alertam para os riscos dos contraceptivos hormonais para a saúde das mulheres. Essa é uma discussão complexa que envolve diferentes análises e que precisa ser abordada nas escolas, na mídia e nas relações familiares. Entretanto, assim como grande parte dos medicamentos, o benefício trazido pela pílula justifica seu uso, mesmo com inúmeras possibilidades de danos.

Para os professores em formação foi uma discussão rica, uma vez que abordou diferentes posicionamentos, o que possibilitou uma reflexão tanto a respeito da influência da Ciência nas relações sociais e da sociedade sobre a Ciência, quanto da importância desse tipo de discussão na sala de aula de Ciências.

c) O Prêmio Nobel na Ciência

O Prêmio Nobel foi criado por Alfred Nobel, químico e industrial que ficou conhecido por inventar a dinamite, o que o deixou muito rico. O uso militar de sua invenção o deixou incomodado, o que o levou a determinar em seu testamento que sua fortuna deveria ser destinada à criação da Fundação Nobel com o objetivo de premiar todos os anos aqueles que servissem ao bem da humanidade, definindo cinco categorias: Paz, Literatura, Física, Química e Medicina (Martins, 2015).

Durante a disciplina essa premiação emergiu em discussões variadas, das quais destacamos dois momentos. O primeiro deles foi na Aula 6, que tratava do Caso Haber. As pesquisas do alemão Fritz Haber, controverso personagem da história da Ciência, ganharam importância em função da necessidade mundial de nitrogênio usado na produção de alimentos.

No final do século XVIII as fontes de nitrogênio utilizadas na agricultura eram provenientes de meios naturais como excrementos, restos de colheita ou do salitre. Nessa época eram grandes os esforços para se obter fontes alternativas de nitrogênio, pois o aumento da produção agrícola levou ao aumento de sua demanda. Embora a atmosfera terrestre seja composta de mais de 70% de gás nitrogênio (N_2), o método conhecido (ou utilizado) à época para converter N_2 e H_2 em amônia (NH_3) apresentava

rendimentos muito baixos e inviabilizava o processo. Em 1908, em colaboração com Le Rossignol, Haber projetou e construiu um aparelho que submetia uma mistura de gás nitrogênio e gás hidrogênio a altas pressões e obteve rendimentos consideráveis na reação de obtenção da amônia. Seu trabalho foi de grande importância e permitiu a produção industrial de compostos de nitrogênio usados como fertilizantes. Porém, durante a Primeira Guerra Mundial, o seu trabalho assumiu novos rumos. Haber foi designado diretor do Serviço de Guerra Química da Alemanha e se tornou o primeiro a desenvolver armas químicas para uso bélico, como foi o caso do gás cloro produzido e usado em 1915. Assim, Haber ficou conhecido como o “pai das armas químicas”. Em 1918 ele foi condecorado com o Prêmio Nobel de Química por sua contribuição para a síntese da amônia (Chagas, 2007).

Após as apresentações dos textos a professora deu início a uma discussão sobre os aspectos históricos relacionados ao caso e perguntou para cada um dos licenciandos se eles dariam o Prêmio Nobel a Haber. Transcrevemos parte da discussão que ocorreu durante a aula:

Professora: *Vocês dariam o Prêmio Nobel a Haber?*

Tamires: *Se for olhar apenas a parte da amônia, com certeza é um grande salto, ele fez uma descoberta que os outros cientistas não conseguiram. Só que o fato de ele ter sido patriota gerou um peso muito grande, porque o patriotismo dele em favor da Alemanha fez com que ele produzisse vários produtos científicos como esse gás, por exemplo. Eu não classificaria ele como ruim, mas ele cria Ciência em função da necessidade política do país dele.*

Professora: *Você daria o Nobel a ele se você estivesse na comissão julgadora?*

Tamires: *Mas, tem a questão do patriotismo [...], não consigo separar a questão. Imagino que as pessoas que julgaram o prêmio naquela época também não conseguiam separar isso. Por isso o atraso da premiação.*

Samuel: *Eu daria o prêmio, porque a contribuição dele também foi para a agricultura.*

Augusto: *Eu daria também. Pensando nessa contribuição dele. Essa parte do gás cloro foi controversa, na verdade a vida dele inteira foi controversa. Mas olhando exclusivamente o trabalho da amônia eu daria sim.*

[...]

Letícia: *É difícil até de falar se eu daria ou não. Se a gente fosse olhar para uma neutralidade da Ciência, que a gente já discutiu que não existe, a gente iria olhar só a contribuição. Mas como não é neutra, olhando por outro lado, ele merecia pela descoberta, mas se olhar no todo // acho que não.*

[...]

Patrícia: *Por isso eu daria, porque o Nobel é de Química. Então é para descobertas químicas, sem dúvida é uma das maiores descobertas. Eu acho que ele merece.*

Tamires: *O ganhador do Nobel ganha muita visibilidade, depois que ele ganha visibilidade por aquele trabalho e para toda sua linha de pesquisa. Não dá para considerar só a contribuição que ele fez. Falando na neutralidade da Ciência a gente estaria vendo só uma contribuição, mas, e todo o resto que ele vai fazer depois que ele*

ganhou o Nobel? E tudo o que ele fez antes? E todas as contribuições científicas que ele fez e foram questões políticas favorecendo um país que depois todo mundo viu como inimigo. Não tem como você considerar só a contribuição dele. Não tem.

Se por um lado Fritz Haber foi um dos mais destacados químicos do século XX, sendo considerado um benfeitor da humanidade, por outro ele contribuiu para uma história de “horror”. Segundo Renn (2017), além de cientista de laboratório Haber desempenhou um papel importante na negociação com a indústria, em termos de contrato e condições de produção, para a síntese de amônia em larga escala. Essa mesma capacidade de influência também foi usada por Haber na produção das armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial. Szöllösi-Janze (2017) afirma que, atuando como mediador e organizador,

Haber persuadiu políticos, generais, líderes industriais e cientistas a unirem forças no desenvolvimento de novos processos para a produção em massa de produtos químicos relevantes para a guerra e no estabelecimento de indústrias para a fabricação em grande escala (Szöllösi-Janze, 2017, p. 11).

Renn (2017) chega a citar uma frase usada por Haber em uma palestra proferida perante uma comissão parlamentar de inquérito, na qual tratava das armas químicas e fazia referência a um desses gases: “Cianeto – não há maneira melhor de morrer” (Renn, 2017, p. 3). Apesar de sua imensa contribuição para a produção agrícola e, portanto, para a humanidade, não é possível ignorar a perspectiva “pouco humana” desse cientista.

Os estudantes de graduação, professores em formação, se mostraram pouco críticos em relação às decisões tomadas pela Ciência em relação a Haber. Considerando que o Prêmio Nobel de Química premia contribuições da Ciência, Patrícia avaliou que os outros aspectos poderiam ser desconsiderados, assim como o fizeram Samuel e Augusto. Dessa postura surgiu o questionamento de Tamires e Letícia, ao ressaltarem que toda a contribuição de Haber deveria ser avaliada, uma vez que não existe neutralidade na Ciência. Ao usarem a não neutralidade da Ciência, elas se mostraram mais críticas e questionaram essa premiação.

Durante essa discussão foi possível perceber reflexões sobre as responsabilidades que os cientistas têm em relação a suas pesquisas, inclusive em relação ao uso posterior que é feito delas. Gil-Pérez *et al.* (2001) argumentam que a visão socialmente neutra da Ciência, na qual os cientistas são vistos como “seres acima do bem e do mal e alheios à necessidade de fazer opções” (p. 133), é comum entre professores e precisa ser questionada. Latour e Woolgar (1997), por sua vez, analisam as complexas relações no meio científico e mostram que a Ciência não é distinta de outras práticas sociais. Ou seja, a pesquisa científica é uma construção humana que sofre grande influência do contexto no qual está inserida, contexto esse que também é influenciado por ela.

Ao final da discussão os estudantes pediram à professora que expusesse sua posição no que se referia a essa premiação. Apesar de fazer um esforço para não os influenciar, a professora mostrou sua contrariedade em relação ao prêmio. Com essa discussão, observamos que a influência de questões políticas e sociais na Ciência ficou mais evidente para aquele grupo.

A segunda situação em que o Prêmio Nobel foi discutido se deu na aula que tratava da descoberta da dupla hélice do DNA, na qual uma das estudantes, durante a discussão do texto, informou que tinha buscado na *internet* informações referentes ao processo de escolha de uma personalidade para receber esse prêmio. A professora solicitou que ela compartilhasse seus achados com a turma, e a partir daí o processo de premiação fez parte da discussão. Um dos participantes pesquisou, com auxílio do celular, o valor da premiação, com o intuito de saber o que ela significa em termos financeiros. A professora, então, fez uma pergunta, conforme transcrição a seguir:

Professora: Agora pensem: se o Pedro, por exemplo, está trabalhando em um projeto e pensa “Eu poderia ser Nobel com esses resultados”. Ele poderia agir de alguma forma para interferir na premiação? Agir aqui é em causa própria, né??!

Augusto: Acho que ele não, mas alguém próximo dele poderia, não? Tipo indicar ele.

Professora: Você quer dizer a pedido dele?

Augusto: Não sei se a pedido dele.

Samuel: Eu acho que sim.

A professora citou o livro *Vida de Laboratório*, explicando o contexto que deu origem a esse trabalho. Ressaltou um trecho no qual Latour relata o tempo gasto em

ligações telefônicas que tratam dessa premiação, sugerindo que poderia se tratar de uma forma de pressão para indicação, momento em que ocorreu o seguinte diálogo:

Professora: *Com isso, pode-se perceber que nem toda premiação é só Ciência.*

Letícia: *Nem a premiação é neutra!*

Tamires: *Acaba sendo um jogo também.*

Pedro: *Mas a contribuição científica é prioritária.*

Cláudia: *Claro! Você não vai ganhar um Nobel só por pressão. Você precisa ter pesquisas importantes. Mas outros também podem ter e não recebem.*

Augusto: *Foi o caso da Franklin!*

Cláudia: *Com ela foi muita sacanagem, tadinha!*

Certamente em função das discussões já ocorridas em torno da neutralidade da Ciência Letícia afirmou que “Nem a premiação é neutra”. A premiação do Nobel também foi percebida como sujeita a fatores externos, usando-se, inclusive, o caso da descoberta da dupla hélice como exemplo. Estudos de casos históricos mostram que para além da certeza incontestável a Ciência convive com controvérsias e, ao que parece, o Prêmio Nobel de Haber pode ter sido objeto de grande polêmica, uma vez que a cerimônia de entrega ocorreu tarde (Chagas, 2007). Além disso, pressões ou interesses políticos, sejam eles para um prêmio tão significativo quanto o Nobel quanto para a aprovação de projetos em agências de fomento, são uma realidade.

d) Os estudos de caso na formação dos licenciandos

De modo geral, durante a avaliação da disciplina e nas entrevistas os licenciandos demonstraram que a experiência com estudos de caso foi positiva e os ajudou a compreender alguns aspectos da Ciência. Não se tratava de um conhecimento novo, mas de algo pouco refletido até então, como aconteceu com Milena e Augusto. Para Milena os estudos de caso possibilitaram um melhor entendimento de situações históricas e a reflexão sobre algumas de suas escolhas diárias, como no caso dos anticoncepcionais. Augusto, que era o estudante do bacharelado, afirmou ter escolhido a disciplina esperando alguns questionamentos. Porém ele se disse surpreendido, conforme fragmento a seguir:

Na parte das discussões, dos estudos de caso, de me questionar, de mostrar falhas na Ciência... são coisas que eu não previa e que eu achei muito interessante [...] (Augusto)

A Ciência como uma construção humana e, portanto, passível de erros ou falhas ou até mesmo de limitações, talvez já estivesse na perspectiva de cada um deles. Mas o envolvimento com os casos aproximou-os de uma Ciência mais real, da qual a persuasão, as limitações e os equívocos fazem parte. Tamires foi na mesma direção de Augusto, ao afirmar:

Para mim o que foi ímpar foi saber que não existe isso de cientificamente provado e certo, é uma interpretação. A Ciência é feita por homens, então o mesmo fenômeno interpretado por um, igual a gente viu do Becquerel que estava tão focado naquilo que ele acreditava, que explicaria aquele fenômeno mesmo. Ele viu o mesmo fenômeno que a outra cientista [Marie Curie] e não conseguiu propor o mesmo tipo de solução. Isso traz a primeira desconexão ou desconstrução do significado do cientificamente provado. (Tamires)

As falas desses licenciandos mostram que a partir dos casos estudados eles puderam construir uma visão um pouco mais questionadora em relação a alguns episódios importantes da Ciência. O caso Becquerel possibilitou que os participantes percebessem o quanto uma perspectiva teórica pode afetar a análise que um cientista faz daquilo que observa. Becquerel, ao constatar que sais de urânio eram capazes de sensibilizar chapas fotográficas mesmo sem a presença de radiação solar, tentou explicar seus achados com base na luminescência, que era a sua linha de estudos. Segundo Martins (2004), o nome “radioatividade” foi dado a esses raios por Marie Curie, que afirmou:

Chamarei de radioativas as substâncias que emitem os raios de Becquerel. O nome hiperfosforescência que foi proposto para o fenômeno parece-me transmitir uma ideia errada sobre sua natureza (Curie, 1899 *apud* Martins, 2004).

Considerados os resultados observados nesta investigação o estudo de casos históricos e contemporâneos pode auxiliar os estudantes a perceberem o que foi preconizado por Latour (1998): a atividade científica se dá em contextos técnicos e sociais específicos e esses contextos, portanto, vão influenciar essa produção.

Tanto o entendimento de que as grandes “descobertas” científicas foram uma sucessão de tentativas e erros, quanto o de que elas sofreram influências políticas e culturais emergiram durante as entrevistas. Natália, assim como Tamires, citou o caso Haber, que assim como outros casos evidencia fragilidades em relação a uma suposta “neutralidade” da Ciência. Ela afirmou:

Por exemplo, da dualidade, da parcialidade, todos aqueles casos, do Haber que fez uma grande descoberta, mas também fez coisas ruins. Tem os erros, por exemplo, da talidomida, do Celobar, erros que às vezes vêm de interesses econômicos e outros interesses. Então que a Ciência falha, mas que sem ela a gente não vive. [...] Eu nunca tinha parado para pensar nisso, que o Celobar foi um erro por conta de dinheiro. Tem essa questão social e tem a questão cultural também. Por exemplo, aquele remédio do câncer. E eu só descobri isso com esses casos, porque eu nunca tinha parado para pensar em nada disso. (Natália)

Natália citou alguns casos contemporâneos que ilustram erros significativos, como os eventos relacionados aos medicamentos Talidomida e Celobar. Esses casos, ao que parece, permitiram que os licenciandos percebessem que alguns fatores – como o econômico – interferem na produção de artefatos que são desenvolvidos graças ao conhecimento científico. Durante as aulas vários exemplos foram trazidos pelos estudantes mostrando como a mídia se apropria de um fazer científico nas suas propagandas, transmitindo a ideia de que o produto que estão divulgando é confiável, uma vez que passou por testes científicos.

Augusto fez referência ao caso que tratou da descoberta da dupla hélice da molécula de DNA, com a seguinte fala:

Os estudos de caso, eu gostei bastante, e foi engraçado que o que mais gostei foi o da Biologia, o DNA. Ver como ela [Franklin] foi enganada me marcou mais na memória. Eu não esperava e eu não tinha essa visão da questão dos erros da Ciência, o que acaba levando a erros em livros, que também acaba levando a gente a passar informações erradas, às vezes, não contando a história como um todo. (Augusto)

Os estudos visando a elucidação da estrutura do DNA foram foco de alguns grupos de pesquisa na década de 1950. Entre esses grupos estavam Francis Crick e James Watson, que estavam trabalhando com a construção de modelos hipotéticos no laboratório de Cavendish, em Cambridge. Concomitantemente, Maurice Wilkins e

Rosalind Franklin trabalhavam com difração de raios X no *King's College* de Londres. Relatos da época mostram que Franklin e Wilkins não tinham boa relação de trabalho e, ao que parece, Franklin – uma mulher – não aceitou ser subordinada de Wilkins – um homem (Acevedo-Díaz *et al.*, 2016). Ao que tudo indica Wilkins teria apresentado um relatório de seus estudos para Crick sem o conhecimento de Franklin, e nesse relatório estava a famosa “Foto 51”, produzida por Franklin. De posse dos dados e da informação disponível sobre o DNA na época, Crick e Watson foram capazes de propor um modelo da dupla hélice do DNA (Acevedo-Díaz *et al.*, 2016). Segundo esses autores, Watson e Crick “elaboraram seu modelo com base em suas próprias ideias, como o aparecimento de bases nitrogenadas, e com dados de DNA fornecidos por outros pesquisadores” (p. 4).

Augusto citou Rosalind Franklin como “enganada” pelo fato de Watson, Crick e Wilkins terem recebido o Prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia, em 1962, sendo que Franklin nem sequer foi citada. Augusto considerou isso como um erro que se perpetuou, pois tanto em livros quanto em sala de aula essa história é contada com limitações.

Essas falas evidenciaram que por meio dos estudos de caso esses licenciandos puderam conhecer de forma mais aprofundada episódios importantes da história da Ciência, e com esse conhecimento eles puderam confrontar as ideias que tinham antes de iniciar a disciplina.

A partir dos resultados apresentados, consideramos que esses licenciandos foram capazes de reconstruir algumas ideias sobre a Natureza da Ciência. Ressaltamos que nossa intenção não foi abordar aspectos declarativos ou estudar diretamente os consensos da NdC, e com isso nos alinhamos à perspectiva de Allchin (2011). Com os estudos de caso explorados observamos que os licenciandos foram capazes de tomar consciência de algumas concepções que possuíam e, assim, evoluíram nessas concepções. Além disso, foi presente na fala deles o entendimento da Ciência como uma das formas de conhecimento produzidas pelo homem e, portanto, essencialmente social e influenciada por fatores sociais e econômicos. Acreditamos que os licenciandos puderam avançar no entendimento de que “as práticas epistêmicas incluem não

apenas métodos cognitivos e evidentes, mas também interações sociais" (Allchin, 2011, p. 526).

e) Os estudos de caso no ensino

Paulo Freire (1987) alerta ser um erro apresentar aos estudantes os conhecimentos como prontos e acabados, ou como verdades inquestionáveis. Para não incidirmos nesse "erro", é preciso contribuir para que os professores em formação construam uma visão mais ampla da Ciência. A partir disso uma das questões da entrevista tratava do ensino de Química/Ciências na Educação Básica, em uma perspectiva bem genérica, para que pudéssemos captar as ideias desses professores em formação. Durante a avaliação da disciplina também surgiram alguns comentários em relação ao ensino.

Pedro, Tamires e Patrícia trataram da complexidade dos casos e se mostraram surpresos com o fato de que alguns episódios da história da Ciência são mostrados de forma muito simplificada em livros didáticos. Destacamos um fragmento da entrevista de Pedro e um fragmento do diálogo ocorrido durante a avaliação da disciplina:

Acho que aquele caso do Becquerel seria um caso interessante de apresentar para mostrar que ele ganhou o Nobel. Nos livros provavelmente estará uma versão simplificada, mas deveríamos sempre, ao menos, mostrar aquelas convicções dele. Mostrar que mesmo com os resultados ele não desviou das convicções que possuía. Isso mostra que a individualidade pode afetar nas teorias dos cientistas. Acho que foi um caso interessante. (Entrevista de Pedro)

Patrícia: *Eu acho que os livros não colocam o lado ruim de Haber porque eles só citam ele para falar da amônia. Se você olhar só isso é bom, né? Aí para entrar nos outros casos entraria em Primeira Guerra e viraria história.*

Tamires: *Contribuiria muito melhor para o aluno entender que a história não é linear, que é feita de rupturas. Se você contasse essa parte histórica que foi apresentada aqui, traria uma contribuição enorme para os livros.*

Patrícia: *Eu li um TCC falando para usar a história do Haber na formação de professores, trazendo essas problematizações, tirar essa ideia de Ciência neutra e pronta. E concordo que os livros deveriam tratar disso também e não serem tão parciais.*

Pedro comentou o caso de Becquerel para destacar o "dogma" presente na Ciência ou o quanto a subjetividade pode interferir em uma análise. Ele destacou o fato disso não estar presente nos livros didáticos e, portanto, os estudantes receberem informações limitadas de como a Ciência funciona. Patrícia tratou do caso Haber,

citando que os livros trazem a contribuição desse cientista que o levou a receber o Nobel, mas silenciam sobre aspectos importantes da vida de Haber. Segundo Baldinato e Porto (2008) a educação científica atual constrói narrativas que estão alinhadas à lógica positivista que ressalta “apenas os aspectos que prosperaram historicamente” (Baldinato; Porto, 2008). Os professores em formação perceberam esse aspecto das narrativas presentes nos livros didáticos.

Durante a entrevista, nove participantes trataram da utilização de estudos de caso quando assumissem a docência. Esses professores em formação consideraram importante trazer atividades desse tipo para criar discussões em sala de aula, associando-as ao conteúdo científico. A fala da licencianda Juliana mostra isso:

E quando você dá um estudo de caso você mostra uma coisa real que aconteceu ou uma coisa que poderia acontecer. É a oportunidade de ver que aquilo não está separado do resto do mundo. Eu acho importante por isso! Se eu ficar só no conteúdo talvez eles não vão realmente perceber a importância daquilo, do porquê está aprendendo Química, o porquê mesmo das coisas. Acho que o estudo de caso aproxima os alunos da Ciência, do desejo de aprender. (Juliana).

Juliana entendeu os estudos de caso como uma boa oportunidade para que os conteúdos científicos possam ser compreendidos em contextos reais, nas contribuições advindas de um dado conhecimento, no quanto aquele conhecimento afetou a sociedade. Nesse sentido, ela mostrou que considera os estudos de caso como alternativa para trabalhar o conteúdo científico a partir de casos reais.

Milena, ao falar dos usos dos estudos de caso em sala de aula, citou a possibilidade de trabalhar aspectos da própria Ciência. Ela disse:

Eu já tinha ouvido falar, mas, uma frase que me marcou muito e que eu repito para todo mundo é que a “Ciência é uma construção humana, então é passível de erro”. Então é isso que eu quero discutir, se for para discutir a história de como as coisas surgiram a gente discute, isso é importante. (Milena).

A Ciência como uma construção humana e, portanto, suscetível a falhas, parece ter sido um conhecimento compartilhado entre os participantes ao longo da disciplina. Juliana e Milena destacam o desejo de construir esse conhecimento junto aos estudantes da Educação Básica. Sabemos que a informação é importante, mas é indicado que em sala de aula suscitemos o interesse em relação a como o conhecimento

é produzido, de forma a engajar os estudantes nas possibilidades de transformação da sociedade que tal conhecimento pode permitir. Lederman *et al.* (2002) consideram que um importante consenso sobre a NdC é a incorporação social e cultural do conhecimento científico, em suma, que a Ciência é um empreendimento humano. Allchin (2004) afirma que o estudo de casos históricos podem ser ferramentas eficazes para o entendimento da NdC e para despertar o interesse dos estudantes.

Porém foi possível perceber que, apesar da intenção de utilizar a metodologia de estudos de caso, a ideia de mudança foi citada como eventual ou com os estudos de caso sendo uma forma de complementação às práticas mais tradicionais de ensino. Destacamos duas falas nesse sentido:

Se eu planejasse bem as minhas aulas, conseguisse acelerar uma parte ou diminuir outra eu conseguiria aplicar a atividade sem nenhum problema. Eu usei um estudo de caso em atividade extraclasse e percebi uma dificuldade, que é a questão da limitação dos alunos, que é um fator que eu não tinha levado em consideração. Então, tem que ser feito em aula mesmo, mas estudar bem como fazer isso entrar no programa. (Tamires)

Eu faria [enfática]! Eu acho que vale a pena qualquer coisa que saia do tradicional, é claro que tem um cronograma a cumprir principalmente em escola particular, mas eu teria "a moral" de perder, perder não, de não usar três aulas socando coisas no quadro para fazer uma atividade assim. (Renata)

Diante disso podemos perceber que há um conflito entre a carga horária e a quantidade de conteúdo presente nos programas. Apesar de reconhecerem contribuições do estudo de casos históricos e contemporâneos, esses professores em formação mantiveram um compromisso forte com o conteúdo conceitual.

Em algumas discussões realizadas durante a disciplina, a professora citou a necessidade de fazer escolhas e reforçou junto aos licenciandos a importância de os professores serem mais seletivos em termos de conceitos/conteúdos, de forma a desenvolverem um currículo menos inchado e mais orgânico, ou seja, menos dependente da ordem apresentada pelos materiais didáticos. Entendemos que essa ideia de seletividade de conteúdo e de organicidade precisa ser mais explorada no curso de formação, de maneira recorrente e aplicada, durante as disciplinas e práticas pedagógicas.

Isso nos leva a argumentar que os professores em formação participantes dessa pesquisa demonstraram entendimentos significativos da Ciência a partir dos estudos que fizeram, mas que as contribuições para a atividade docente de cada um deles precisa ser mais explorada. Na análise dos resultados, percebemos que ocorreu uma compreensão mais efetiva em relação à Natureza da Ciência, mas não nos parece que isso foi transportado efetivamente para a docência. Isso evidencia a importância do trabalho contínuo nos cursos de formação para que questões importantes como as apresentadas sejam incorporadas no entendimento e na prática dos futuros professores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolvemos este trabalho com o objetivo de investigar o entendimento de professores em formação sobre alguns aspectos da Ciência, a partir da reflexão sobre estudos de caso, e de compreender se esse entendimento poderia de alguma forma contribuir para o aprimoramento das aulas quando assumirem a docência. Nossa hipótese era de que um conjunto organizado de casos históricos e contemporâneos poderia confrontar as concepções dos professores em formação, auxiliando na reflexão sobre sua prática docente e, também, em sua evolução.

Os dados analisados mostraram que os estudos de caso reais envolvendo a Ciência e os cientistas possibilitaram que os estudantes compreendessem várias nuances do processo de produção de conhecimentos e, portanto, as tensões, os interesses envolvidos, a não neutralidade, a provisoriaidade, a subjetividade e as demais influências que sempre estão associadas ao fazer científico. Defendemos, no entanto, que esses casos históricos devem ser associados a casos contemporâneos, permitindo aos estudantes identificar as várias nuances do trabalho do cientista, tanto do ponto de vista histórico quanto do atual.

Da mesma forma, os estudos de caso ajudaram os licenciandos a refletir sobre a Ciência ensinada em sala de aula e também sobre a importância de problematizar e questionar algumas ideias que envolvem a Ciência. Porém, ao compararmos a contribuição dos estudos de caso para a própria formação com a relacionada ao “ser

professor” de cada um dos participantes, acreditamos que a que se refere à formação para a docência ainda foi limitada.

Com esta investigação entendemos a urgência de pensar estratégias que possam levar a um aumento da qualidade da formação inicial de professores de Ciências. Dos resultados que consideramos mais relevantes está a percepção de que os licenciandos compreendem pouco da Ciência em si. A literatura (Gil-Pérez, 2001; Lederman, 1992; Buccini Pena, 2016) nos mostra que de modo geral os professores apresentam visões inadequadas da Natureza da Ciência, prevalecendo uma visão empírico-indutivista, e que normalmente essas visões mudam ao longo da formação inicial. Com isso julgamos ser absolutamente necessário repensar a forma como os cursos das áreas de Ciências, nas universidades, apresentam essa Ciência aos estudantes.

Por fim, a análise dos dados mostrou que um conjunto de atividades organizadas pode efetivamente melhorar as concepções e o conhecimento da Ciência para quem com ela trabalha. Defendemos, porém, que isso não deveria acontecer em apenas uma disciplina ou em algumas poucas disciplinas, mas se configurar como um conjunto de ações organizadas ao longo do curso ou como um projeto de curso, para que a formação seja mais sólida e para que o estudar Ciência não seja entendido apenas como um estudo de seus produtos, mas um entendimento pleno da sua produção.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO-DÍAZ, J. A., GARCÍA-CARMONA, A., & ARAGÓN, M. M. **Rosalind Franklin y la doble hélice del ADN**-Texto de Historia de la Ciencia para Educación Secundaria (17-18 años de edad), 2016. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36750.97603>
- ALBERTOR, A. P. C.; BUCCINI, D. M.; QUADROS, A. L. O anticoncepcional como estudo de caso na sala de aula. In A. L. QUADROS (org.), **Aprender Ciência por meio de estudos de caso**: algumas experiências. Curitiba: CRV, 2021, p. 47-58.
- ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011. <https://doi.org/10.1002/sce.20432>
- ALLCHIN, D. Pseudohistory and pseudoscience. **Science & Education**, v. 13, n. 3, p. 179-195, 2004.

BALDINATO, J. O., & PORTO, P. A. **Variações da história da ciência no ensino de ciências**. Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2008.

BUCCINI PENA, D. M. **Do Planejamento à Prática**: a influência de um material didático na prática de um grupo de professores em formação em Química. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2016. Disponível em <https://repositorio.ufmg.br/items/c0decf85-bc55-4d3f-8137-31b301ed9d53>. Acesso em: 31 dez. 2025.

BILICAN, K.; CAKIROGLU, J.; OZTEKIN, Z. How Contextualized Learning Settings Enhance Meaniful Nature os Science Undertanding. **Science Education Internaciona**l, v. 27, n. 4, p. 463-487, 2015.

CHAGAS, A. P. A síntese da amônia: alguns aspectos históricos. **Química Nova**, v. 30, n.1, p. 240-247, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000100039>

CHALMERS, A. F. **A fabricação da ciência**. São Paulo: Unesp, 1994.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CONANT, J. B. Introduction. In CONANT, J. B.; NASH, L. K.; ROLLER, D. (eds.) **Harvard case histories in experimental science**. Cambridge, V. 1, MA: Harvard, 1970.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Editora Paz e Terra, 1987.

FREITAS, W. D. M. F., SILVA, A. T. M. C. D., COELHO, E. D. A. C., GUEDES, R. N., LUCENA, K. D. T. D., & COSTA, A. P. T. Paternidade: responsabilidade social do homem no papel de provedor. **Revista de saúde pública**, v. 43, n. 1, p. 85-90, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102009000100011>

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

GOODING, D. C. Envisioning explanations—the art in science. **Interdisciplinary Science Reviews**, v. 29, n. 3, p. 278-294, 2004b.

GOODING, D. C. Visualisation, inference and explanation in the sciences. In Malcom, G. (ed.), **Multidisciplinary Approaches to Visual Representations and Interpretations**. Elsevier, 2004a, p. 1-25.

GOODING, D. C. Visualizing scientific inference. **Topics in Cognitive Science**, v. 2, n. 1, p. 15-35, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01048.x>

HOFFMANN, R. Uma vida dedicada à Química. In R. Hoffmann, **O Mesmo e o não mesmo**. Editora Unesp, 2007, p. 215-227.

HOFFMANN, R. Valor, Dano e Democracia. In R. Hoffmann, **O Mesmo e o não mesmo**. Editora Unesp, 2007, p. 215-227.

IRWIN, A. R. Historical case studies: Teaching the nature of science in context. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 5-26, 2000. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<5::AID-SCE2>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<5::AID-SCE2>3.0.CO;2-0)

IRZIK, G., & NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education. **Science & Education**, v. 20, n. 7, p. 591-607, 2011. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>

KROPF, S. P.; FERREIRA, L. O. A prática da ciência: uma etnografia no laboratório. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 4, n. 3, p. 589-597, 1997.

KUHN, T. **A função do dogma na investigação científica**. (trad. Jorge Dias de Deus). Curitiba: UFPR, SCHLA, 2012.

LATOUR, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo. Editora UNESP, 2011.

LE COUTEUR, P.; BURRESON, J. **Os botões de Napoleão**. (Trad. Maria Luiza X. de A. Borges). Zahar, 2006.

LEDERMAN, N. G. Nature of Science: Past, present, and future. In S. K. ABELL, N. G. LEDERMAN (eds.), **Handbook of research in Science Education**, New York: Routledge. 2006, p. 831-879.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of research in science teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>

MARTINS, L. A-C. P. Pasteur e a geração espontânea: uma história equivocada. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, n. 1, p. 65-100, 2009.

MARTINS, M. C. Alfred Nobel: o filantropo que criou o Prêmio Nobel e ignorou a Matemática. **Correio dos Açores**, 04/07/2015, p. 15. <http://hdl.handle.net/10400.3/3595>

MARTINS, R. A. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 7, n^o esp., p. 27-45, 1990.

MARTINS, R. A. Hipóteses e interpretação experimental: a conjectura de Poincaré e a descoberta da hiperfosforescência por Becquerel e Thompson. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 501-516, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300013>

MARTINS, R. A. Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de “ares” e os seres vivos. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 167-208, 2009.

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

RENN, J. Introduction. In B. Friedrich, D. Hoffmann, J. Renn, F. Schmaltz, & M. Wolf (Eds.), *One Hundred Years of Chemical Warfare: Research, Deployment, Consequences*. Springer, 2017, p. 1-8. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-51664-6>

REZENDE, R. Doutores da agonia: por dentro da Ciência nazista. **Revista Superinteressante**. Editora Abril, 2016. <https://super.abril.com.br/ciencia/doutores-da-agonia/>

RODRIGUES, V. S. Controvérsias em torno da pílula anticoncepcional: usos e recusas do medicamento por jovens mulheres das classes médias urbanas. Anais da **VII Reunião de Antropologia da Ciência e Tecnologia**. Florianópolis/SC, 2019.

SZÖLLÖSI-JANZE, M. The Scientist as Expert: Fritz Haber and German Chemical Warfare During the First World War and Beyond. In F. D. Hoffmann, J. Renn, F. Schmaltz, M. Wolf (eds.). **One Hundred Years of Chemical Warfare: Research, Deployment, Consequences**. Springer, Cham., 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51664-6_2.

WOOLGAR, S.; LATOUR, B. **A vida de laboratório**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1997.