

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

**GABRIELLA LEONE FERNANDES**

**PORTFÓLIO E AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA  
DE UMA LICENCIANDA EM UM CURSO DE FORMAÇÃO INICIAL**

**MARIANA**

**2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

**PORTFÓLIO E AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DE UMA LICENCIANDA SOBRE  
NATUREZA DA CIÊNCIA EM UM CURSO DE FORMAÇÃO INICIAL**

Dissertação apresentada à banca examinadora para a obtenção do título de Mestre em Educação pelo Programa de Pós-graduação – Mestrado da Universidade Federal de Ouro Preto.

Área de Concentração: Educação

Linha de pesquisa: Práticas Educativas, Metodologias de Ensino e Tecnologias da Educação

Orientadora: Paula Cristina Cardoso Mendonça

**MARIANA**

**2017**

F363p

Fernandes, Gabriella Leone.

Portfólio e avaliação da aprendizagem sobre natureza da ciência de uma licencianda em um curso de formação inicial [manuscrito] / Gabriella Leone Fernandes. - 2017.

140f.: Quadros; Figuras.

Orientador: Prof. Dr. Paula Cristina Cardoso Mendonça.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Humanas e Sociais. Departamento de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação.

Área de Concentração: Educação.

1. Portfólios em educação. 2. Prática educacional. 3. Formação de professores.  
I. Mendonça, Paula Cristina Cardoso. II. Universidade Federal de Ouro Preto.  
III. Título.

CDU: 37.01/.09



UFOP

Universidade Federal  
de Ouro Preto

**Gabriella Leone Fernandes**

“Portfólio e aprendizagem sobre Natureza da Ciência de uma licencianda em um curso  
de Formação Inicial”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da  
UFOP, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação,  
aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

*Paula C. Mendonça*

**Profa. Dra. Paula Cristina Cardoso Mendonça (Orientadora)**

Universidade Federal de Ouro Preto

*Sheila Alves de Almeida*

**Profa. Dra. Sheila Alves de Almeida**

Universidade Federal de Ouro Preto

*Luís Gustavo D'Carlos Barbosa*

**Prof. Dr. Luís Gustavo D'Carlos Barbosa**

Universidade Federal de Minas Gerais

## AGRADECIMENTOS

Acredito que quando caminhamos acompanhados, o caminho a ser percorrido se torna menos árduo. Assim, deixo aqui os meus sinceros agradecimentos a todos que foram importantes para a realização do presente trabalho.

À Deus, por permanecer ao meu lado, me concedendo forças para concluir esta dissertação e me ajudar a ser perseverante ao longo do caminho.

À minha orientadora Paula Mendonça, por todas as orientações, discussões, conselhos, dedicação e disponibilidade que auxiliaram o desenvolvimento desse trabalho. Agradeço por todos os ensinamentos que me fizeram crescer como pesquisadora.

Aos meus pais, pelo incentivo, apoio, carinho, cooperação, por acreditarem em mim e estarem sempre presentes em todos os momentos da minha vida.

Agradeço carinhosamente ao meu noivo Bráulio, pelo incentivo, palavras de apoio, companheirismo e pela compreensão da falta de tempo e principalmente pela paciência. Sou muito feliz por ter você ao meu lado.

Aos queridos amigos do grupo de pesquisa Práticas Científicas e Educação em Ciências, por todas as discussões que contribuíram para a minha formação e a realização desse trabalho, e pelos bons momentos compartilhados.

Às amigas Gabriela Mara e Tatiana por compartilharem comigo esses anos de mestrado e contribuírem para que eles fossem mais felizes.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade Federal de Ouro Preto, que contribuíram para a minha formação em suas disciplinas.

À todos os licenciandos que aceitaram participar da pesquisa, em especial a Bianca.

Ao CNPq e a CAPES, pelo apoio financeiro para a realização desse trabalho.

Aos professores Luís Gustavo e Sheila, por gentilmente aceitarem serem examinadores dessa dissertação e pelas sugestões na realização do exame de qualificação.

Ao professor Guilherme por gentilmente aceitar o convite para analisar e discutir este trabalho.

## RESUMO

Vários estudos apontam a importância de inserir o tema Natureza da Ciência (NC) no ensino de Ciências, por possibilitar uma visão mais ampla sobre ciência e o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Nesse sentido, torna-se necessário pensar em como promover discussões sobre o tema em cursos de formação de professores de ciências e como avaliar tais cursos e os conhecimentos desenvolvidos pelos docentes. Pesquisas têm buscado promover e investigar a compreensão sobre ciência dos professores. Um número significativo de instrumentos de pesquisa já foram propostos com esse objetivo, destacando-se, entre eles, questionários, situações-problemas e entrevistas. Problemas quanto aos instrumentos e a avaliação a que se propõem têm sido apontados pela literatura. Além disso, pelos instrumentos, há certa unanimidade em apontar a compreensão limitada sobre ciência dos professores de ciências, classificando suas visões em ingênuas ou deformadas. Levando-se em consideração tal problemática, nessa pesquisa utilizamos uma forma alternativa para avaliar o conhecimento sobre NC de professores em um curso de formação inicial que se destinava a instruí-los sobre o tema. Esse estudo tem como objetivo analisar o entendimento sobre ciência de uma licencianda em química e como o portfólio possibilitou avaliar seus conhecimentos sobre o tema, durante sua participação na 1ª etapa do curso de formação inicial sobre NC, desenvolvido no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (Pibid) subprojeto Química. O curso tinha como principal objetivo proporcionar uma visão mais ampla sobre NC aos futuros professores de química, elaborar e desenvolver planos de aula e sequências didáticas com este foco nas aulas de química das escolas públicas participantes do projeto. O curso aconteceu durante 3 semestres e todos os participantes produziram textos semanalmente com intuito de propiciar suas reflexões sobre o aprendizado no curso. Realizamos uma análise documental a fim de identificar no conjunto de textos que faziam parte do portfólio elaborado por uma licencianda seu entendimento sobre ciência e o desenvolvimento desse conhecimento. Com intuito de sistematizar a análise do portfólio, optamos pela análise de conteúdo. Buscamos identificar também os aspectos de NC ressaltados por ela, e se eles foram justificados ou exemplificados, a partir dos contextos vivenciados. A análise indica que a participação da licencianda no curso de formação inicial contribuiu para que ela desenvolvesse uma visão ampla sobre ciência, sendo que a metodologia empregada no curso, a utilização de uma abordagem explícita e contextualizada de NC, assim como o engajamento da mesma, foram primordiais para isso. Além disso, o portfólio como instrumento de avaliação possibilitou a compreensão mais profunda dos conhecimentos da licencianda sobre NC. A pesquisa trás contribuições significativas para a formação de professores, no que diz respeito a potencialidade de casos históricos e contemporâneos para promover a aprendizagem de NC de professores de ciências e do portfólio como instrumento de avaliação e reflexão.

Palavras-chave: Natureza da Ciência, Portfólio, Formação Inicial de Professores

## ABSTRACT

Several studies highlight the importance of inserting the Nature of Science (NOS) theme in science teaching, by enabling a broader view of science and the development of critical thinking of students. In this sense, it becomes necessary to think about how to promote discussions on the subject in science teachers' courses and how to evaluate such courses and the knowledge developed by the teachers. Research has sought to promote and investigate teachers' understanding of science. A significant number of research instruments have already been proposed with this objective, among them, questionnaires, situations-problems and interviews. Problems regarding the instruments and the evaluation they propose have been pointed out in the literature. Moreover, by the instruments, there is some unanimity in pointing out the limited understanding of science teachers about science, classifying their views as naïve or deformed. Considering this problem, in this research we used an alternative way to evaluate the knowledge about NOS of teachers in an initial training course that was intended to instruct them on the subject. This study aims to analyze the understanding about science of a chemistry undergraduate and how the portfolio made possible to evaluate its knowledge on the subject, during its participation in the first stage of the initial training course on NOS, developed under the Institutional Program of Initiation to Teaching Scholarships (Pibid) Chemical subproject. The main objective of the course was to provide a broader view on NOS to future chemistry teachers, to elaborate and develop lesson plans and didactic sequences with this focus in the chemistry classes of public schools participating in the project. The course was held for 3 semesters and all participants produced weekly texts to provide their reflections on course learning. We performed a documentary analysis in order to identify in the set of texts that were part of the portfolio prepared by a licencianda its understanding about science and the development of this knowledge. In order to systematize portfolio analysis, we opted for content analysis. We also sought to identify the NOS aspects highlighted by it, and if they were justified or exemplified, from the contexts experienced. The analysis indicates that the undergraduate's participation in the initial training course contributed to her developing a broad vision of science, with the methodology used in the course, the use of an explicit and contextualized approach to NOS as well as its engagement, were paramount for this. In addition, the portfolio as an evaluation tool has enabled a deeper understanding of the undergraduate's knowledge about NOS. The research brings significant contributions to the training of teachers, regarding the potential of historical and contemporary cases to promote the NOS learning of science teachers and the portfolio as an instrument of evaluation and reflection.

Keywords: Nature of Science, Portfolio, Pre-service teacher training

*“Uma vida sem reflexão não vale a pena ser vivida”.*

**Sócrates**

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

<b>FIGURA 1.</b> Science Eye .....	29
<b>FIGURA 2.</b> Textos do portfólio enumerados, identificados pelas datas e atividades realizadas nos encontros presenciais do curso de formação .....	71
<b>FIGURA 3.</b> Ciência é contextualizada nos textos do portfólio de Bianca da etapa 1 do curso de formação inicial .....	112
<b>FIGURA 4.</b> Conhecimento científico é produzido de maneira colaborativa nos textos do portfólio de Bianca da etapa 1 do curso de formação inicial .....	116
<b>FIGURA 5.</b> Ciência não é linear nos textos do portfólio de Bianca da etapa 1 do curso de formação inicial .....	119
<b>QUADRO 1.</b> Características que fazem uma pergunta ou campo de estudo mais científico .....	26
<b>QUADRO 2.</b> Características que fazem uma pergunta ou campo de estudo menos científico ....	26
<b>QUADRO 3.</b> Instrução para relacionar a sequência didática e o modelo Science Eye .....	58
<b>QUADRO 4.</b> Número de textos presentes no portfólio elaborado pelos licenciandos participantes do Pibid por etapa do curso .....	61
<b>QUADRO 5.</b> Texto 2 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 18/10/2013 .....	73
<b>QUADRO 6.</b> Texto 3 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 25/10/2013 .....	77
<b>QUADRO 7.</b> Texto 4 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 01 e 08/10/2013 ...	79
<b>QUADRO 8.</b> Texto 6 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 22/11/2013 .....	82
<b>QUADRO 9.</b> Texto 7 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 29/11/2013 .....	85
<b>QUADRO 10.</b> Texto 8 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 06/12/2013 .....	88
<b>QUADRO 11.</b> Texto 9 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 20/12/2013 .....	93
<b>QUADRO 12.</b> Texto 10 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 24/01/2014 .....	97
<b>QUADRO 13.</b> Texto 11 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 31/01/2014 .....	100
<b>QUADRO 14.</b> Texto 13 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 21/02/2014 .....	103
<b>QUADRO 15.</b> Aspectos de NC apresentados pela licencianda Bianca na realização dos casos históricos e contemporâneos .....	106

## Sumário

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	10
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	10
1.2 TRAJETÓRIA PESSOAL NO CURSO E NA PESQUISA.....	12
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	14
CAPÍTULO 2: PRESSUPOSTOS TEÓRICOS.....	15
2.1. NATUREZA DA CIÊNCIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS .....	15
2.2 AVALIAÇÃO DOS CONHECIMENTOS SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS.....	31
2.3 PORTFÓLIOS COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM .....	38
2.4 PROFESSORES REFLEXIVOS E O USO DE PORTFÓLIOS.....	42
CAPÍTULO 3: A PESQUISA.....	47
3.1 QUESTÕES DE PESQUISA .....	47
3.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	48
3.2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PESQUISA .....	48
3.2.2 CARACTERIZAÇÃO DO CURSO DE FORMAÇÃO INICIAL.....	49
3.2.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....	59
3.2.4 COLETA DE DADOS .....	63
3.2.5 ANÁLISE DE DADOS .....	65
CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	72
4.1 ANÁLISE DO PORTFÓLIO DA LICENCIANDA BIANCA.....	72
4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	105
4.2.1 CONHECIMENTOS SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA E OS ESTUDOS DE CASO .....	106
4.2.2 SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA.....	111
4.2.3 PORTFÓLIO E AVALIAÇÃO DOS CONHECIMENTOS DE NATUREZA DA CIÊNCIA .....	121
CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PARA PESQUISA E ENSINO.....	125
5.1 CONCLUSÕES.....	125
5.2 IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E A PESQUISA.....	132
REFERÊNCIAS.....	135
ANEXO.....	140

## CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa aqui apresentada faz parte de um projeto mais amplo, denominado *Favorecimento e Análise do Desenvolvimento de Conhecimentos de Professores a partir da Integração entre Natureza da Ciência, Modelagem, Argumentação e Visualização*, o qual foi coordenado por Rosária Justi, professora da Universidade Federal de Minas Gerais, coordenadora do grupo de pesquisa “REAGIR – Modelagem e Educação em Ciência”. O projeto de pesquisa visava investigar como a integração entre natureza da ciência, modelagem e argumentação, em uma proposta de formação de professores de Química, pode contribuir para a promoção de um ensino de ciências mais autêntico, ou seja, os sujeitos entenderem o significado e a relevância da ciência em diversas situações (Gilbert, 2004).

Esse projeto de pesquisa foi desenvolvido com professores de química em formação inicial, participantes do Pibid (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência) da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, subprojeto Química no período de agosto de 2013 a dezembro de 2014. Nesse período o programa foi coordenado pela professora do curso de Química Licenciatura da instituição Paula Mendonça. A realização desse projeto se deu pelo desenvolvimento da parceria realizada entre o Pibid e o Grupo Reagir, através da colaboração entre as pesquisadoras.

O Pibid constitui um programa de política pública, criado com apoio da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal no Nível Superior), que, em primeira instância, visava a valorização do magistério e o aprimoramento do processo de formação docente para a educação básica, bem como a formação continuada de professores da escola pública e de instituições de ensino superior (Gatti, André, Gimenes, & Ferragut, 2014).

De acordo com os objetivos do projeto de pesquisa mencionado, a proposta do Pibid UFOP subprojeto Química consistiu em promover um curso de formação inicial cujo tema central era Natureza da Ciência (que será designado por NC). Os objetivos principais do curso de formação eram promover: (i) uma visão dos professores mais ampla da ciência, que

considerasse as especificidades das áreas da ciência (Filosofia, Sociologia, História, etc.), a partir de da análise crítica de contextos, como casos históricos e contemporâneos; (ii) uma compreensão funcional da ciência, bem como sua influência e relevância para a sociedade, favorecendo a tomada de decisão dos estudantes da educação básica e (iii) a elaboração e desenvolvimento de planejamentos de aula e sequências didáticas com foco em NC, envolvendo também modelagem e argumentação.

No período de realização do curso de formação os licenciandos em química realizaram atividades de instrução sobre NC, que envolveram leitura e discussão de textos relacionados ao tema, análise crítica de casos históricos e contemporâneos; planejamento, elaboração e desenvolvimento dos planos de aula e sequências didáticas nas escolas públicas conveniadas ao Pibid.

O tema NC foi escolhido como eixo formador do curso a partir do intenso estudo de pesquisas da área de educação em ciências (por exemplo, Allchin, 2013; Irzik & Nola, 2011; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwarz, 2002) que enfatizam a necessidade de se inserir aspectos de NC na educação básica e, conseqüentemente, na formação de professores. Ensinar sobre ciência é uma tarefa bastante complexa, visto que mesmo entre especialistas que estudam o que é ciência não há um consenso (Lederman et al., 2002; Smith & Scharmann, 1999). No entanto, ainda que exista divergência sobre o que seja ciência, documentos oficiais e pesquisadores da área de educação em ciências enfatizam a necessidade de se discutir sobre Natureza da Ciência no ensino de ciências (por exemplo, Allchin, 2013; Irzik & Nola, 2011; Lederman et al., 2002).

Esse estudo é um recorte do amplo conjunto de dados obtidos durante a realização do curso de formação. Entre os materiais coletados, o portfólio constitui o instrumento de coleta de dados dessa pesquisa. No portfólio, os licenciandos deviam descrever e refletir sobre as atividades vivenciadas durante o curso de formação. Além de possibilitar reflexão, o objetivo da produção do portfólio foi avaliar o conhecimento sobre NC dos licenciandos ao longo do curso. O portfólio constitui um suporte para avaliações de natureza somativa e formativa, além de estimular o desenvolvimento crítico reflexivo (Silva & Sá-Chaves, 2008). Nesse estudo o portfólio possui essas duas dimensões: reflexiva e avaliativa.

Nesta dissertação analisamos 14 textos do portfólio produzido por uma licencianda durante sua vivência na etapa 1 do curso de formação inicial, de forma a compreender suas visões sobre NC a partir de suas reflexões ao longo dos encontros e como o portfólio possibilitou avaliar seus conhecimentos sobre o tema.

## 1.2 TRAJETÓRIA PESSOAL NO CURSO E NA PESQUISA

*“Responder o questionário não foi uma tarefa fácil. Apesar de ser um assunto que tratamos tanto no PED<sup>1</sup> como nas aulas de prática e estágio, é muito complicado explicar e definir ciência em palavras”.*

Esse trecho foi retirado do primeiro texto do portfólio elaborado por mim, quando eu era licencianda e participante do curso de formação inicial sobre NC desenvolvido no Pibid. O questionário ao qual fazia menção era um instrumento de coleta de dados de uma mestranda colaboradora do projeto, o qual tinha o objetivo de investigar as concepções prévias dos licenciandos sobre ciência, sendo aplicado logo no início do curso. Lembro-me da dificuldade em expressar qual era a minha compreensão sobre ciência, e o sentimento de não ser capaz de explicar de forma completa e objetiva as questões do questionário. Esse foi um dos primeiros momentos vivenciados no curso de formação inicial, ao qual ingressei em agosto/2013.

No período de agosto/2013 a janeiro/2014 participei do curso de formação inicial como licencianda (estava no último período do curso de química licenciatura). Nesse tempo, participei da realização de dois estudos de casos históricos, os quais me permitiram pensar sobre ciência em diferentes contextos. Esse exercício (pensar sobre o que é ciência) me permitiu compreender alguns aspectos característicos da ciência e tornar mais claro a importância do estudo sobre NC no ensino de ciências.

---

<sup>1</sup> A sigla PED – Projeto de Estímulo à Docência – era utilizada na Universidade Federal de Ouro Preto, para fazer menção ao Pibid.

No período de fevereiro a dezembro de 2014, já graduada e lecionando, participei do Pibid como supervisora (professora de química da educação básica). No início do primeiro semestre do ano de 2014, estávamos envolvidos no terceiro e último estudo de caso a ser realizado no curso, antes de iniciarmos os trabalhos nas escolas. Nessa etapa, eu auxiliava os licenciados na realização das atividades, que tinham como objetivo promover nossos conhecimentos sobre o tema. Até esse instante, foram vários os momentos que me permitiram refletir sobre ciência. No segundo semestre, em que os licenciandos foram para as escolas públicas, os auxiliei na elaboração e desenvolvimento de planejamentos e sequências didáticas, que ocorreram nas aulas de química com a turma do 1º ano do ensino médio que eu lecionava. Nesse período de intervenção, foi possível observar os desafios de inserir NC em sala de aula. Entre eles, estava o fato da falta de familiaridade com aulas que tinham por objetivo promover o ensino do conteúdo curricular atrelado aos conhecimentos de NC.

Como exposto anteriormente, fui participante do curso de formação em duas posições – licencianda e professora de química da educação básica. Nesta dissertação me coloco ainda numa terceira posição – a de pesquisadora. Portanto, para a realização desta pesquisa, tive que pensar no curso de formação com outro olhar. Assisti a todos os vídeos dos encontros presenciais e discuti, em muitos momentos, com a coordenadora do curso de formação e orientadora dessa pesquisa os objetivos do curso de formação para conseguir compreender melhor qual eram os objetivos dele e de cada uma de suas atividades. Havia uma intencionalidade na organização teórico-metodológica do curso a qual não fazia noção até me mergulhar na literatura da área. Isso me fez pensar em quão rico foi o curso, e como ele modificou o meu modo de pensar sobre ciência, despertando o meu interesse em estudar o tema e em realizar o presente trabalho.

### **1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

O trabalho da dissertação a ser apresentado foi organizado em cinco capítulos. Este primeiro capítulo – Introdução – descreve o contexto geral em que essa pesquisa se insere e os diferentes papéis que assumi durante a realização do curso de formação inicial sobre NC. O capítulo 2 – Pressupostos Teóricos – está dividido em quatro seções. Na primeira apresentamos a importância da inserção de NC no ensino de ciências na educação básica e na formação de professores de forma a justificar a relevância da pesquisa conduzida; e apresentamos diferentes formas de caracterização de NC e distintas propostas para inserção dessa temática nos currículos, sendo que foram destacadas abordagens relevantes para o leitor compreender melhor as diretrizes tomadas no curso de formação. Na segunda seção, apresentamos um panorama geral dos instrumentos de avaliação dos conhecimentos sobre ciência dos professores e as principais visões deles sobre ciência detectadas nas pesquisas. Na terceira seção, caracterizamos o portfólio como instrumento de aprendizagem e avaliação, apresentando, por fim, na quarta seção, o uso de portfólios na formação de professores reflexivos.

No capítulo 3 – A pesquisa – descrevemos a metodologia utilizada para gerar os dados que possibilitaram discutir as questões de pesquisa. Inicialmente, apresentamos as questões de pesquisa formuladas a partir do objetivo geral da investigação. Em seguida, apresentamos o contexto em que este estudo foi realizado, sendo que caracterizamos as etapas desenvolvidas no curso de formação inicial. Em seguida, discutimos a seleção e caracterização da amostra e, por fim, apresentamos e justificamos as metodologias de coleta e de análise de dados.

No capítulo 4 – Resultados e discussão dos resultados – apresentamos a análise e discussão dos textos do portfólio produzidos pela licencianda na etapa 1 do curso de formação inicial.

Por fim, no capítulo 5 - Conclusões e Implicações para Pesquisa e Ensino - resumimos as principais conclusões provenientes da análise visando responder às questões de pesquisa. Apresentamos também as implicações do trabalho para a formação de professores de ciências.

## CAPÍTULO 2: PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

### 2.1. NATUREZA DA CIÊNCIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Nas últimas décadas, diversos estudos têm sido realizados para enfatizar a importância de inserir o tema Natureza da Ciência no ensino de ciências na educação básica (por exemplo, Allchin, Andersen, & Nielsen, 2014; Irzik & Nola, 2011; Lederman et al., 2002; M. R. Matthews, 1998; Smith & Scharmann, 1999). As justificativas para a inserção seriam a contribuição para o *letramento científico* dos estudantes ao possibilitar uma visão mais ampla sobre ciência e o desenvolvimento do pensamento crítico, ou seja, lidar com questões que podem ser respondidas pelo conhecimento científico, analisando evidências que deem suporte às afirmativas científicas e se posicionar perante essas afirmativas (Smith & Scharmann, 1999). Mais recentemente, Hodson e Wong (2014) apresentam uma visão mais detalhada para justificar a inserção de NC na educação em ciências. Para os autores, os objetivos são o *letramento cívico e cultural* dos estudantes. O primeiro compreende os conhecimentos, habilidades, atitudes e valores necessários para os estudantes resolverem questões sócio-científicas de forma eficientemente segura e crítica. O segundo abrange o conhecimento das principais ideias e teorias da ciência, o ambiente sociocultural e intelectual no qual foram geradas e validadas, e os modos pelos quais elas são utilizadas em situações reais. A combinação de *letramento científico cívico e cultural* inclui uma série de elementos-chaves como:

- A compreensão geral de algumas das ideias fundamentais, princípios e teorias da ciência, e a capacidade de usá-los de forma adequada e eficaz;
- Alguns conhecimentos das formas pelas quais o conhecimento científico é gerado, validado e divulgado;
- A familiaridade com a forma, estrutura e propósito da linguagem científica;
- A capacidade de ler e interpretar dados científicos e, de forma mais geral, para avaliar sua validade e confiabilidade;
- A capacidade de avaliar uma afirmativa ou argumento científico;

- Alguma consciência das circunstâncias socioculturais e cognitivas que cercam a história e o desenvolvimento de algumas das "grandes ideias" da ciência e da origem e desenvolvimento de tecnologias importantes;
- Uma apreciação da complexidade das inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente;
- Um compromisso com a compreensão crítica das questões sócio científicas contemporâneas em níveis locais, regionais, nacionais e globais, incluindo as suas raízes históricas e valores subjacentes, juntamente com uma pré-disposição para tomar as medidas adequadas e ações responsáveis e incentivar outros a fazê-lo;
- A capacidade e disposição para tratar de questões morais e éticas associadas com a pesquisa científica e a implantação de conhecimento científico e inovações tecnológicas;
- Interesse geral em ciências, em conjunto com uma pré-disposição e capacidade de atualizar e adquirir novos conhecimentos científicos e tecnológicos no futuro.  
(Hodson & Wong, 2014, p. 2642 - 2643) (Tradução nossa)

Nesse sentido, pensando-se na grande relevância de estudantes apresentarem visões e disposições para com a ciência, torna-se necessário pensar na formação de professores de ciências que leve em consideração a importância do tema NC para o ensino de ciências e a necessidade da reflexão em torno de o que ensinar e como ensinar NC (M. R. Matthews, 1998; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003).

Pensando sobre *o que* ensinar, Abd-El-Khalick, Bell e Lederman (1998) e Lederman et al. (2002) afirmam que apesar de não existir um consenso mesmo entre especialistas da ciência, como por exemplo, filósofos e historiadores da ciência, sobre o que é ciência, é possível caracterizar aspectos de NC que sejam relevantes para discussão com estudantes da educação básica. Nesse sentido, Lederman e seus colaboradores elaboraram uma lista de aspectos consensuais sobre NC que poderiam ser abordados na educação básica. Para determinar quais aspectos de NC fariam parte da lista de princípios fundamentais, foram usados três critérios: (i) o conhecimento do aspecto de natureza da ciência é acessível aos estudantes, isto é, eles são capazes de aprendê-lo e compreendê-lo?; (ii) existe um consenso

geral sobre este aspecto de NC?; e (iii) é útil para todos os cidadãos compreender este aspecto de NC?<sup>2</sup>

A partir desses critérios, sete aspectos de NC foram elencados como importantes de serem incluídos no currículo de ciências. São eles:

- O conhecimento científico é provisório: está relacionado ao fato de que o conhecimento científico não é uma verdade absoluta, pois as teorias e leis estão sujeitas a mudanças. Afirmativas científicas podem ser modificadas caso surjam novas evidências, a partir do avanço da teoria e tecnologia, ou podem ocorrer reinterpretações das evidências antigas à luz de avanços teóricos, por exemplo.
- O conhecimento científico tem caráter empírico: isto significa dizer que a ciência necessita de evidências empíricas que provêm do mundo natural, de forma a comprovar ou refutar uma tese. De forma que, a dependência da ciência das evidências empíricas é o que distingue a ciência de outras formas de conhecimento.
- O conhecimento é nortado por teorias ou subjetivo: os cientistas não conduzem as pesquisas de forma neutra, pois seus conhecimentos prévios, suas experiências, expectativas e crenças podem influenciar a forma como conduzem suas pesquisas, seja na forma como coletam, observam e interpretam os dados, ou como escolhem suas questões de pesquisa. Isso confere a ciência um caráter subjetivo, pois apesar de haver esforços para que a ciência seja objetiva, sabe-se que a subjetividade é inerente ao ser humano.
- O conhecimento científico é produto da criatividade e imaginação humana: a ciência necessita de imaginação e criatividade para se desenvolver, pois um cientista utiliza da criatividade para delinear, por exemplo, uma investigação, assim como ao propor uma análise dos dados ou explicações para determinado fenômeno. A imaginação humana, juntamente com o caráter inferencial da ciência, leva a produção de modelos teóricos, como o modelo atômico de Bohr, que ao contrário do que se possa pensar, não é uma cópia da realidade.

---

<sup>2</sup> Apesar de Lederman et al. (2002) se basearem nesses três critérios para propor a lista de princípios de NC para estudantes da educação básica, em outras publicações consultadas, eles não oferecem argumentos para justificar porque tais conhecimentos são (i) acessíveis, (ii) consensuais e (iii) úteis.

- O conhecimento científico é influenciado pelo contexto cultural e social: o conhecimento científico é desenvolvido por humanos imersos em uma ampla cultura e os cientistas são produtos dessa cultura. De maneira que, podemos afirmar que a ciência influencia e é influenciada pelas estruturas de poder, fatores políticos, socioeconômicos, filosofia e religião.
- A diferença entre observação e inferência: observações podem ser caracterizadas como afirmativas descritivas sobre um fenômeno natural que são “diretamente” acessíveis aos sentidos ou extensão dos sentidos. Além disso, existe relativa facilidade de se chegar a um consenso a partir das observações. Em contraposição, as inferências são afirmativas sobre os fenômenos que não são “diretamente” acessíveis aos sentidos. Por exemplo, por observação podemos concluir que, os objetos lançados acima do nível do solo, tendem a cair no chão. Por inferência, podemos chegar à conclusão que esse fenômeno ocorre devido à gravidade, sendo essa não diretamente acessível aos olhos.
- A diferença entre teorias científicas e leis: as pessoas geralmente possuem a crença de que existe uma relação hierárquica entre lei e teoria, de modo que as teorias se transformam em leis, à medida que essas acumulam evidências que as dão suporte. As leis e teorias são tipos de conhecimentos diferentes, de forma que um não pode ser transformado no outro, ou se desenvolver a partir do outro. Leis podem ser caracterizadas como afirmativas ou descrições de relações entre fenômenos observáveis, no entanto as teorias são explicações inferidas para fenômenos observáveis.

A partir da lista de aspectos consensuais sobre NC, Lederman e seus colaboradores elaboraram um instrumento de avaliação denominado VNOS (Views of Nature of Science Questionnaire) para avaliar os conhecimentos de NC de professores e estudantes (Lederman et al., 2002). O instrumento consiste em questões abertas, as quais objetivam avaliar a compreensão dos aspectos de NC presentes na lista consensual. Por exemplo, para avaliar se o estudante compreende que o conhecimento científico é provisório, tem-se a seguinte questão: “Uma teoria científica desenvolvida por um cientista (por exemplo, teoria atômica,

teoria da evolução) pode modificar-se?” (Tradução nossa). Ao responder a questão o estudante é solicitado a explicá-la e exemplificá-la.

Lederman et al. (2002) acreditam que os aspectos de NC presentes na lista consensual devem ser inseridos no currículo escolar, e apontam que a investigação científica deve ser utilizada para discutir sobre NC. É válido destacar que os autores afirmam que é importante que o professor saiba distinguir NC da investigação científica. O termo Natureza da Ciência – conhecido na literatura internacional como *Nature of Science* (NOS) – de acordo com esses autores se refere à epistemologia da ciência, isto é, os valores e as crenças inerentes ao conhecimento científico e ao seu desenvolvimento. Em contrapartida, investigação científica está relacionada às atividades e processos pelos quais se desenvolve o conhecimento científico.

Apesar da lista consensual de Lederman e seus colaboradores ter sido amplamente divulgada e utilizada no ensino de ciências, por servir de suporte ao professor de ciências e ter fundamentado processos avaliativos e documentos oficiais, ela tem sido bastante criticada por outros pesquisadores da área (por exemplo, Allchin, 2011; Irzik & Nola, 2011; Justi & Erduran, 2015; M. R. Matthews, 1998). Uma das críticas feitas por Allchin (2011) à lista de princípios de NC diz respeito ao caráter declarativo do conhecimento, que não implica em um conhecimento funcional. Isso porque, o autor parte do princípio que o letramento científico é um dos objetivos para o ensino de ciências, de modo que os estudantes devem desenvolver uma compreensão sobre como a ciência funciona com o objetivo de interpretar a confiabilidade das afirmações científicas em tomada de decisão, ou seja, desenvolver a compreensão funcional da ciência. Por exemplo, no trabalho de Allchin (2011), o autor propõe um estudo de caso sobre a mamografia. O caso relata a história de uma mulher de 40 anos de idade, que preocupada com a possibilidade de ter câncer de mama planejou fazer uma mamografia, apesar do receio da exposição à radiação. No entanto, a mulher possui a informação de que uma força tarefa nacional aconselha esperar até os 50 anos para realizar o exame, e essa informação se confirma nas recomendações da revista *Women’s Health* (revista americana que aborda assuntos sobre a saúde da mulher). Porém, a mulher em questão, conheceu outra que faleceu aos 43 anos, diagnosticada com câncer de mama. Sabendo disso, o estudante deve avaliar evidências (retirada de diferentes

fontes de informação, como artigos científicos e revistas sobre saúde) para tomar a decisão sobre a necessidade de uma mulher realizar mamografia aos 40 anos ou esperar até os 50 anos. Segundo Allchin (2011), a partir da análise crítica da situação-problema vários conhecimentos sobre NC poderiam ser mobilizados na resolução.

Allchin (2011) argumenta que não há evidências que a mera recordação ou compreensão de tais princípios de NC da lista consensual seja adequada para a sua aplicação eficaz no contexto como na análise de estudos de casos (por exemplo, o caso da mamografia citado anteriormente). Allchin (2011) também afirma que a lista consensual é descontextualizada, incompleta e insuficiente para uma aprendizagem funcional de NC, isto é, não apenas apresenta elementos irrelevantes para a formação, como também omite alguns muito importantes. Por exemplo, a credibilidade das afirmações científicas, o papel do financiamento, da motivação, do processo de revisão entre os pares, as bases cognitivas, as fraudes e a validação de novos métodos. Outros pesquisadores que endossam a posição de Allchin (2011) argumenta que a lista não contempla vários aspectos importantes de NC, por não levar em consideração as especificidades de cada área do conhecimento científico (Irzik & Nola, 2011; M. R. Matthews, 1998). Por exemplo, física e química são ciências que possuem um foco altamente experimental, o que não se aplica tão prontamente em ciências como a astronomia e geologia (Hodson & Wong, 2014).

Outra crítica feita à lista consensual, diz respeito a separação entre o que é epistemologia da ciência e as práticas científicas (van Dijk, 2011). Por exemplo, ao realizar um experimento o pesquisador coleta e analisa os dados segundo alguma metodologia característica de uma área de pesquisa que envolve coleta de dados do mundo físico, o que caracteriza algumas práticas científicas naquele campo de conhecimento. De acordo com a definição de NC proposta por Lederman e seus colaboradores, a qual está intimamente relacionada à epistemologia da ciência, o exemplo se refere ao caráter empírico da ciência. Todavia, essa separação para alguns autores é artificial e a distinção é complexa, pois as práticas científicas estão na essência do fazer científico, portanto não separadas da NC (Hodson & Wong, 2014).

Allchin (2011) também crítica o instrumento para avaliação de conhecimentos sobre NC já mencionado anteriormente, o VNOS (Lederman et al., 2002). De acordo com Allchin (2011), esse instrumento avalia crenças. Isto está implícito quando os estudantes são solicitados a

responder se concordam ou discordam com certas afirmativas de NC. Ainda segundo esse autor, o objetivo da educação em ciências é favorecer/ampliar o entendimento dos estudantes sobre o que é ciência, não apenas apresentar determinadas visões restritas. Nesse sentido, o objetivo deveria ser avaliar como a ciência leva (ou não leva) a determinadas conclusões científicas. Portanto, ao focar no entendimento funcional e dimensões da confiabilidade das afirmativas científicas, o instrumento VNOS se torna inadequado. Ao contrário, para analisar entendimento funcional, deve-se avaliar a busca de análises bem esclarecidas. Ou seja, o aprendizado será indicado não com a concordância com determinadas sentenças prescritas (por exemplo: a ciência é subjetiva ao invés de objetiva; a ciência é provisória em lugar de acabada), mas o nível, em profundidade e extensão, em que um estudante é esclarecido sobre os fatores que configuram a confiabilidade das afirmativas científicas (por exemplo, até que ponto as evidências dão suporte ao conhecimento e quando começam julgamentos de valores).

Hodson e Wong (2014) também criticam a lista consensual de NC aliada a um protocolo de avaliação, porque pode vir a tornar uma norma a ser seguida para a construção de um currículo de ciência e a elaboração de materiais de ensino e aprendizagem. De acordo com os autores, ao estarmos conscientes da relação entre regimes de avaliação e a prática em sala de aula, temos que ser cautelosos, pois a lista consensual pode se tornar ainda mais simplificada pelos professores atarefados que estão ensinando NC para fins de avaliação.

Com relação *ao como ensinar*, Allchin (2011) propõe um ensino de NC, por meio de um conceito denominado *Whole Science*. Essa expressão pode ser entendida como a ciência integral (tradução nossa para o português). Para explicar melhor a expressão, o autor faz uma analogia com o alimento integral:

“Whole Science, assim como comida integral, não exclui ingredientes essenciais. Ela dá suporte a um entendimento saudável. Metaforicamente, os professores precisam desencorajar uma dieta altamente processada, refinada pela ‘ciência da escola’. Listas de características de NOS limitadas e truncadas são simplesmente prejudiciais para a compreensão da ciência.” (Allchin, 2013; p. 25) [Tradução nossa].

Nesse sentido, o que o autor propõe é uma compreensão mais ampla e funcional da ciência. Os estudantes devem compreender que mesmos os especialistas da ciência podem cometer erros, sendo necessário avaliar as possíveis fontes de erros e incertezas. De modo que, os

critérios que tornam uma evidência científica confiável devem ser postos em discussão. É importante destacar que podem existir discordâncias entre os especialistas da ciência, de maneira que os estudantes devem ser capazes de compreender os vários métodos utilizados para promover a confiabilidade das afirmações, bem como suas limitações.

Contemplando os objetivos propostos, Allchin et al. (2014) propõem também que, para que os estudantes possam aprender aspectos de NC de forma mais ampla é necessário utilizar de diversas estratégias de ensino, como casos históricos, casos contemporâneos e atividades investigativas. Segundo os autores, as distintas estratégias de ensino parecem eficazes, porém de formas diferentes, pois não é possível contemplar todos os aspectos de NC através da utilização de uma única estratégia de ensino. Consequentemente, é necessário integrar as diferentes abordagens, de forma a abranger vários aspectos de NC. Sendo assim, sugere-se aos professores utilizar as três formas de abordagem de NC de forma integrada. Desta maneira, os professores podem se beneficiar dos méritos de cada método de ensino e ao mesmo tempo acomodar os déficits de cada um. De acordo com Porto,

“Definimos estudos de caso, como a análise, com certa profundidade, de algum episódio bem delimitado da história da ciência. Trabalhar com estudos de caso é essencialmente diferente de empregar a história da ciência apenas para ‘ilustrar’ algum conteúdo que está sendo estudado, por exemplo, citando apenas datas de acontecimentos, ou nomes dos químicos envolvidos em alguma descoberta ou invenção, ou curiosidades sobre sua vida pessoal, etc. Essas ‘ilustrações’ não contextualizam de fato, não contribuem para a compreensão do conteúdo, e tampouco contribuem para o aluno compreender o processo de construção da ciência” (Porto, 2010, p. 174).

Para Allchin et al. (2014), os casos contemporâneos fazem referência a casos da história da ciência que ainda são controversos e cujos temas ainda estão em discussão na comunidade científica (por exemplo, os alimentos transgênicos e o aquecimento global). São conhecimentos que ainda estão em construção, os quais a ciência ainda não chegou a um consenso. Segundo os autores, os casos contemporâneos contemplam questões as quais podem estar presentes no cotidiano do estudante, e são interessantes para a contextualização do ensino de NC, além de estimularem o interesse dos estudantes. Os estudantes podem tornar-se aptos a analisar os aspectos: incerteza, provisoriedade, subjetividade, múltiplas perspectivas, o papel do financiamento, interesses políticos e o contexto social que influencia e é influenciado pela ciência. No entanto, casos

contemporâneos não favorecem aos estudantes a resolução das controvérsias científicas (como interpretar ou tomar partido das incertezas científicas, como acessar as evidências empíricas e o papel da subjetividade que a influencia).

Os casos históricos podem ser compreendidos como casos da história da ciência em que os conhecimentos científicos já foram consolidados, não sendo mais alvo atual de disputa entre os cientistas, mas que já o foram no passado (Porto, 2010). De acordo com Allchin et al. (2014), os casos históricos ilustram o papel do debate e crítica na ciência, as parcialidades teóricas, culturais e cognitivas, as motivações, as chances, a colaboração, conexões interdisciplinares, experiência e credibilidade, conflitos de interesse etc. Todos esses aspectos contribuem para o entendimento de como a ciência funciona e contribuem para a análise crítica da confiabilidade das afirmativas científicas. Entretanto, os estudantes devem ser de fato envolvidos no contexto histórico, eles não devem apenas observar ou comentar sobre histórias (por exemplo, devem ser envolvidos em dramatizações históricas, júri simulado, experimentos históricos, entre outros recursos (Justi & Mendonça, 2016)). Os estudantes devem ter a perspectiva de ciência em construção, de modo que os estudantes devem ter conhecimento das incertezas com as quais os cientistas do passado tiveram que lidar. Nesse sentido, as instruções envolvendo contextos históricos devem ser adequadamente planejadas para envolvimento efetivo dos estudantes.

As atividades investigativas<sup>3</sup> podem favorecer o entendimento epistêmico e o desenvolvimento de habilidades científicas relacionadas às práticas. Os estudantes podem adquirir noção de como as afirmativas científicas são construídas (embasadas em evidências). Um problema de apenas utilizar atividades dessa natureza para o ensino de NC é a construção de uma visão epistemológica da ciência escolar, a qual os estudantes pensam que a prática científica se realiza de forma similar a prática escolar. Estudantes podem não transferir suas vivências com a ciência no contexto escolar para outros contextos reais, de modo que se torna amplamente necessário que instrutores possam transferir os conhecimentos sobre NC gerados a partir de investigações realizadas pelos estudantes para contextos mais reais. Em complemento, existem vários contextos científicos nos quais

---

<sup>3</sup> As atividades investigativas envolvem a resolução de um problema por investigação, no qual se realiza a análise e interpretação de dados, formulação, comunicação e defesa de hipóteses, modelos e/ou explicações.

características centrais da ciência, tais como parcialidades culturais, conflitos de interesse econômico, contingência histórica, credibilidade, expertise etc. não podem ser facilmente modeladas em sala de aula.

Pensando-se no ensino de NC, alguns autores (Allchin, 2013; Irzik & Nola, 2011) enfatizam que para promover a compreensão sobre NC por parte dos professores e alunos, deve-se utilizar uma abordagem *explícita*, ou seja, a enunciação dos aspectos de NC deve ser promovida pelo instrutor de forma clara, levando em consideração que a compreensão sobre ciência é um dos produtos esperados do ensino. Isso não significa que a enunciação deve ocorrer de forma declarativa, mas a partir da realização e discussão de atividades que possam abordar conhecimentos de NC. A abordagem explícita é justificada pelo fato de algumas pesquisas mostrarem que a aprendizagem de NC não acontece satisfatoriamente de maneira implícita (Allchin, 2011; M. R. Matthews, 1998). Isso se deve ao fato de que, o modo implícito não possibilita a reflexão dos aspectos de NC que podem emergir na condução de uma investigação científica, uma vez que os estudantes deveriam compreender tais aspectos somente a partir das experiências com as atividades.

Pensando na importância de inserir NC no ensino de ciências, Smith e Scharmann (1999) defendem que o ensino de NC deve ter como objetivo a compreensão da ciência por parte do estudante, e não a aceitação ou rejeição de uma visão da ciência, ou que os estudantes abandonem uma crença para adotar o ponto de vista de quem está ensinando. De modo que, um dos objetivos principais do ensino de NC é que esse não seja doutrinador. Por exemplo, ao estudarem a teoria da evolução os estudantes devem ser capazes de avaliar as evidências que suportam essa teoria, e aquelas que a questiona, de modo a compreender as afirmativas. Dessa forma, o estudante não precisa deixar de acreditar em outras teorias, ou outros tipos de conhecimentos (como a doutrina cristã da criação do mundo por Deus, por exemplo) para considerar válida a teoria da evolução. Para os autores, o resultado de aprendizagem mais importante deve ser a compreensão dos estudantes das características que tornam algo mais ou menos científico e serem capazes de julgar qualquer afirmativa por esses critérios.

Em relação ao nível de entendimento, Smith e Scharmann (1999) defendem que os estudantes devem possuir conhecimentos sobre ciência suficientes para lidar com questões

da vida cotidiana. Essa proposta vai ao encontro com a de Allchin (2011), pois possui o objetivo de promover um ensino de ciências mais funcional e contextualizado. Nesse sentido, Smith e Scharmann propuseram uma série de características que tornam algo *mais ou menos científico*, por compreenderem a inviabilidade de caracterizar algo como científico ou não científico. As características selecionadas são, de acordo com os autores, consensuais entre cientistas e filósofos. No entanto, a proposta não deve ser encarada de forma prescritiva, como uma norma a ser seguida, ou seja, não se faz necessário que sejam adotadas todas as características do que torna algo mais ou menos científico, mas que essas possam gerar e orientar discussões em aulas de ciências. Nos quadros 1 e 2 apresentamos as características selecionadas por Smith e Scharmann (1999).

*Características que fazem uma pergunta ou campo de estudo mais científico*

*\* Os objetos e processos de estudo*

(a) A ciência é empírica. Baseia-se na observação (Direta e / ou indireta); ela procura saber mais sobre o mundo natural. (b) As afirmações científicas são testáveis/falsificáveis. Os dados podem ser obtidos como apoio ou refutar cada reivindicação. (c) Testes científicos ou observações são repetíveis. Ciência valoriza estudos de replicação e evita alegações baseadas em experiências que não são repetíveis. (d) A ciência é provisória/falível. A ciência não é um corpo rígido, imutável de respostas "certas". O conhecimento científico evolui ao longo do tempo; velhas teorias são modificadas ou descartadas em à luz de novas evidências. (e) A ciência se autocorrige. O reconhecimento de que a ciência é falível e que a replicação dos experimentos/observações conduz à eliminação do erro.

*\* Valores da ciência*

(a) Ciência coloca um alto valor em teorias que têm o maior poder explicativo. Quanto maior for o número de observações diferentes que pode ser explicado por uma teoria, a probabilidade é maior de ser aceito pela comunidade científica. (b) A ciência valoriza teorias científicas que podem ser usadas para fazer previsões precisas sobre eventos futuros ou os resultados dos estudos ainda não realizados. (c) Os cientistas valorizam teorias que favorecem a explicitação de novas questões e um novo olhar para o mundo. (d) Embora reconheçamos que a observação não é livre de teoria, a boa ciência procura ser imparcial e objetiva. (e) Explicações precisas podem, evidentemente, ser bastante complexas, mas os cientistas preferem teorias que são relativamente simples, com poucas exceções ou aparentemente pressupostos tangenciais. Os cientistas muitas vezes falam de teorias de forma elegante. (f) Os cientistas exigem coerência lógica nas suas explicações. Explicações científicas devem ser capazes de resistir a um escrutínio cuidadoso de sua lógica e empregam a força da argumentação. (g) As conclusões não são aceitas somente aspectos pessoais, sem uma análise cuidadosa das evidências de suporte e refutação da afirmativa.

**Quadro 1.** Características que fazem uma pergunta ou campo de estudo mais científico.

*Características que tornam algo menos científico*

(a) A ciência é teologicamente neutra; (b) Valorização da autoridade em relação à evidência. Não existe palavras ou opiniões de uma pessoa que podem ser aceitas, quando existem um corpo de evidências que provam o contrário; (c) Fideísmo. Na ciência, a evidência ocupa um status de valor muito maior em comparação a fé (crença na ausência de provas).

**Quadro 2.** Características que fazem uma pergunta ou campo de estudo menos científico.

Smith e Scharmann (1999) afirmam também que os estudantes devem ter conhecimento não somente dessas características, mas de outros aspectos de NC que são capazes de descrever algumas particularidades da ciência, como: a ciência é uma maneira de saber, mas não é a única maneira de saber; curiosidade, criatividade na ciência; a objetividade é uma meta da ciência, mas raramente, se alguma vez, é alcançada, visto que o cientista sofre influência do meio cultural/social que está inserido; a observação e interpretação são fundamentadas em teorias prévias; a comunicação persuasiva de descobertas científicas e teorias é crucial na ciência para que o conhecimento possa ser aceito pela comunidade científica.

No entanto, propondo uma “lista”, Smith e Scharmann (1999) argumentam que poderiam ser questionados que eles distinguem o que é ciência e o que não é ciência. No entanto, os autores afirmam que isso não ocorre, pois: (i) os educadores não devem forçar os estudantes a tomar uma posição, devem entender que essa posição dicotômica é amplamente aceita pelos cientistas; (ii) na prática, as decisões sobre a aplicabilidade de cada critério não são sempre tão claras; (iii) as instruções para discutir qualitativamente a distinção que faz uma pergunta ou campo de estudo mais ou menos científico, não deve ser confundida com a visão relativista de ciência; e (iv) essa abordagem de ensino deve servir para gerar discussões em sala de aula mais frutíferas em vez de discussões acaloradas e improdutivas.

Pensando na formação de professores de ciências, as pesquisadoras Justi e Erduran (2015) propuseram um Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências (MoCEC), devido aos problemas identificados com a lista consensual de aspectos de NC, as visões ingênuas dos professores e alunos sobre o que é ciência (como exemplo, ciência elaborada de forma individual e não de forma colaborativa; cientista como ser excêntrico; modelos como cópia fiéis da realidade; questões da ciência não têm relação com os aspectos sociais etc.) e as dificuldades de inserir NC no contexto escolar. Desse modo, visando um ensino de ciências autêntico, o modelo proposto por Justi e Erduran (2015), considerou a importância da caracterização da ciência de forma interdisciplinar, de modo que as interpretações e aspectos sobre ciência de diferentes disciplinas possibilitassem um entendimento mais abrangente de ciência. Nesse sentido, o modelo tem como objetivo apresentar a ciência de

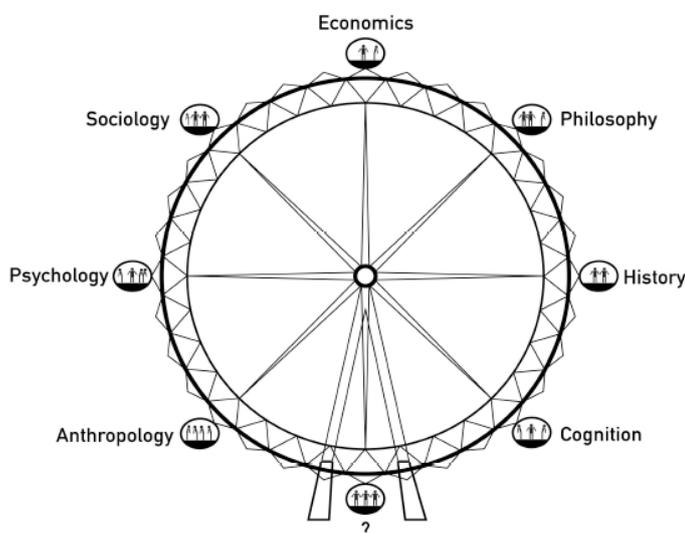
maneira interdisciplinar e funcional, de forma a ser útil para o professor no planejamento de suas ações.

De acordo com o modelo MoCEC, a ciência pode ser caracterizada a partir de diferentes áreas e, no contexto de cada uma, vários aspectos de NC podem ser elencados e discutidos. A título de exemplo, o modelo apresenta algumas áreas que caracterizam a ciência, as quais são apresentadas brevemente a partir das definições presentes no trabalho Justi e Erduran (2015, p. 5):

- *Filosofia*: essa área é uma das mais amplas para dar suporte as discussões sobre ciência, visto que os seus interesses principais são o próprio significado de ciência e suas questões epistemológicas relativas à produção do conhecimento científico, sua origem e validação;
- *História*: essa área favorece uma discussão do desenvolvimento dos conhecimentos científicos ao longo do tempo.
- *Cognição*: essa área estuda os processos de aquisição de conhecimento, ou seja, como os indivíduos pensam ao adquirir, produzir e/ou entender o conhecimento científico. Nesse sentido, essa área possui interfaces com outras áreas, como filosofia e psicologia.
- *Sociologia*: essa área se interessa na influência da ciência na sociedade e no papel central da comunidade científica.
- *Economia*: essa área promove discussões acerca da influência de fatores econômicos na produção e utilização do conhecimento científico, a obtenção de lucro com a comercialização do conhecimento.
- *Antropologia*: essa área considera que o trabalho científico é uma forma de ação social e que o desenvolvimento do conhecimento científico é uma forma de produção cultural.
- *Psicologia*: essa área estuda os comportamentos e os processos mentais dos cientistas, sendo o seu foco o indivíduo (o que a diferencia da sociologia). Favorece a discussão de aspectos como a criatividade e imaginação dos cientistas, a influência da personalidade do cientista sobre seu comportamento em diversas situações.

Entre as áreas citadas, as menos discutidas em estudos da área de ensino de ciências são economia, antropologia, cognição e psicologia. As demais, filosofia, sociologia e história são as mais pesquisadas e influentes nas produções da área. Apesar de Justi e Erduran (2015) salientarem a possível existência de outras áreas que podem auxiliar na caracterização da ciência, essas foram elencadas no modelo proposto, a fim de fornecer diretrizes para os educadores sobre uma forma interdisciplinar de pensar ciência. As autoras também não propõem que todas as áreas sejam abordadas de uma única vez, mas que o professor seja capaz de selecioná-las de acordo com o contexto de ensino, isto é, de acordo com aspectos de ciência salientes aos casos discutidos. As autoras enfatizam que a diversificação entre as áreas e os aspectos de NC é importante para que o estudante tenha uma visão ampla da ciência.

De modo a facilitar o uso desse modelo pelo professor, as autoras propuseram uma analogia com a London Eye, roda gigante localizada em Londres, considerada a maior do mundo. A London Eye transporta as pessoas em cápsulas de vidro, as quais lhes permitem ter uma visão da cidade que não são possíveis de outra maneira. As cápsulas possuem a capacidade de transportar vinte e cinco pessoas, que podem andar livremente. Para facilitar a visualização do MoCEC pelos professores, as autoras propuseram uma representação visual do modelo em analogia com a London Eye, a qual foi denominada de “Science Eye” (figura 1).



**Figura 1.** Science Eye (Justi & Erduran, 2015).

Cada uma das cápsulas da London Eye representa uma grande área da ciência, a partir da qual a ciência pode ser caracterizada. A analogia é estabelecida pensando que a ciência é ampla e complexa. De modo que, cada cápsula ou cada grande área representada pela cápsula, pode fornecer uma orientação diferente sobre a ciência. Além disso, a ciência pode ser analisada ou visualizada a partir de uma única cápsula ou de várias simultaneamente. Como mencionado anteriormente, cada cápsula da London Eye transporta vinte e cinco pessoas. No Science Eye a cápsula pode carregar de 1 a n pessoas, o que significa que abordagens distintas podem existir dentro de uma mesma área, por exemplo, no campo da filosofia temos as visões de Popper, Kuhn e Lakatos, sobre como a ciência é constituída.

A Science Eye é um recurso a ser utilizado pelo professor, para auxiliar o planejamento do ensino sobre ciências. Além de favorecer uma visualização e caracterização da ciência, a Science Eye pode ser usada como uma ferramenta pedagógica visual para os professores que propicia a discussão de ideias abrangentes sobre ciência.

A fundamentação do curso de formação inicial aqui estudado foi baseada em algumas das críticas atuais sobre o ensino de NC apresentadas na literatura, principalmente, aquelas relacionadas à lista consensual. De modo que, o curso teve por objetivo promover uma compreensão mais ampla sobre NC a partir da análise de contextos, como por exemplo, casos históricos e casos contemporâneos. É importante ressaltar que a proposta do curso foi abordar os aspectos de NC de forma contextualizada, de maneira que as características de NC pudessem emergir da análise e estudo de cada caso. Os aspectos de NC emergiram do estudo e análise de contextos. Esses aspectos em muitos momentos foram explicitados pelos licenciandos durante as discussões das atividades realizadas e em outros momentos pela coordenadora do curso. É importante ressaltar que a abordagem dos aspectos de NC foi explícita, mas não de forma declarativa, visto que os aspectos elencados pelos licenciandos estavam relacionados à cada contexto que estava sendo analisado.

Esse estudo tem por objetivo analisar as visões de NC de uma licencianda em seu portfólio levando em consideração os apontamentos da literatura discutida neste trabalho. Para realizar a análise não nos limitaremos à lista consensual de Lederman et al. (2002), pois objetivamos uma compreensão mais ampla da ciência. Além disso, assim como Allchin (2011) critica não nos limitaremos a um aspecto meramente declarado como sendo

conhecimento de NC. De acordo com a perspectiva de Smith e Scharmann (1999), evitaremos caracterizar a ciência de forma rígida, ou seja, ao caracterizá-la como subjetiva a partir da reflexão de um aspecto de NC explicitado pelo licenciando, por exemplo, não significa com isso que estaremos excluindo a ideia de que a ciência almeja a objetividade. Ao contrário, significa que objetivamos uma compreensão dos aspectos de NC que emergiram dos contextos. O modelo Science Eye nos permite visualizar a ciência a partir das “lentes” de diferentes áreas e que a partir de cada uma dessas grandes áreas da ciência podemos caracterizar diversos aspectos de NC. Isso se deve ao fato de entendermos, assim como Allchin (2011), a ciência como um todo (ciência integral – Whole Science) e não de forma compartimentada, como uma limitada e incorreta interpretação da Science Eye poderia dar a entender.

## **2.2 AVALIAÇÃO DOS CONHECIMENTOS SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

Nas últimas décadas, o interesse em promover e investigar a compreensão sobre ciência dos professores tem sido amplamente explorado em diferentes países e em diversos níveis educacionais (Bartholomew, Osborne, & Ratcliffe, 2004; Irez, 2006; Lederman, 2007; Lederman et al., 2002; Lederman, Wade, & Bell, 1998). Um número significativo de instrumentos de pesquisa tem sido gerado, visando esse tipo de avaliação, destacando-se entre eles, questionários com questões abertas, fechadas ou mistas, situações-problemas<sup>4</sup> e entrevistas estruturadas ou abertas, sendo que as perspectivas de análise podem ser quantitativas e/ou qualitativas (Guerra-Ramos, 2012). No trabalho realizado por Guerra-Ramos (2012), a autora apresenta uma análise crítica sobre as pesquisas que buscam avaliar

---

<sup>4</sup> A melhor tradução que encontramos para os termos “problematic situations” ou “problematic tasks” foi situações-problemas. De acordo com Guerra-Ramos (2012), instrumentos desse tipo avaliam o conhecimento sobre ciência relacionado a um contexto que envolve uma situação-problema. Por exemplo, questões que envolvem situações que podem ser vivenciadas pelo professor no cotidiano escolar, como buscar explicações para os resultados encontrados após a realização de um experimento que não eram esperados e relacionar essa ocorrência com o trabalho na ciência. Trabalhos como o de Guerra-Ramos (2010), Ryder e Leah (2010) e Allchin (2011), apresentam perspectiva similar de avaliação contextualizada.

a compreensão sobre ciência dos professores. Vários pontos importantes são discutidos por ela, sendo alguns deles aqui destacados em função da relevância para nossa pesquisa<sup>5</sup>.

Segundo Guerra-Ramos (2012), não é comum que os professores de ciências tenham um conhecimento profundo sobre filosofia, história ou sociologia da ciência, visto que geralmente esses temas não fazem parte do currículo de formação de professores ou são pouco trabalhados nesses cursos. No entanto, possivelmente, devido a necessidade de ter alguns critérios normativos de avaliação, algumas pesquisas tendem a comparar as respostas dos professores às perspectivas acadêmicas, ou seja, tomam a visão dos acadêmicos dessas áreas de conhecimento como sendo as visões consideradas coerentes sobre ciência. De modo que, os conhecimentos que os professores devem ter sobre ciência são determinados a priori. Em uma perspectiva metodológica, essa abordagem levou ao desenvolvimento de vários testes e escalas, que abrangem diferentes aspectos de NC.

Um dos primeiros instrumentos de avaliação elaborado para avaliar os conhecimentos dos professores de ciências foi proposto por Kimball (1968) e é chamado *Nature of Science Scale* (NOSS) (Guerra-Ramos, 2012). Baseado no que se chamava de modelo teórico da ciência (baseado em declarações que expressam uma perspectiva particular sobre NC apoiado por visões particulares de filósofos da ciência), NOSS é constituído por 29 declarações descontextualizadas, as quais os professores eram solicitados a "concordar", "discordar" ou escolher uma resposta neutra. O instrumento é composto por declarações como: "*O objetivo final de toda a ciência é reduzir observações e fenômenos a um conjunto de relações matemáticas*"; "*A pesquisa em equipe é mais produtiva do que a pesquisa individual*" e "*O teste essencial de uma teoria científica é a sua capacidade de prever corretamente eventos futuros*" (Tradução nossa). As respostas eram pontuadas de acordo com o modelo teórico. Dois pontos para a resposta certa, um ponto para a resposta neutra e nenhum ponto para a resposta errada. A escala de pontos era a referência para medir o conhecimento do professor sobre ciência. Utilizando-se esse método, podia-se avaliar uma grande amostra de professores. Os resultados das pesquisas apontam que as respostas deles não coincidiam

---

<sup>5</sup> Em seu artigo, Guerra-Ramos (2012) apresenta vários trabalhos para discutir as questões relacionadas aos aspectos conceituais e metodológicos das pesquisas que buscam investigar a compreensão dos professores sobre ciência. Em função da ampla revisão de literatura, elegemos esse artigo para subsidiar a escrita dessa seção.

totalmente com o modelo pré-definido. Esse instrumento foi amplamente utilizado e influenciou a elaboração de outros, com essa mesma abordagem filosófica normativa e descontextualizada. Guerra-Ramos (2012) cita os trabalhos de Mellado (1997), Scharmann e Harris (1992), Palmquist e Finley (1997), Koulaidis e Ogborn (1989), que também possuem uma abordagem filosófica normativa. Na literatura também observamos outras críticas a instrumentos desse tipo. Primeiro, se nem mesmo entre filósofos da ciência há um consenso sobre o que seja ciência, qual argumento para tomar uma determinada visão filosófica como sendo a consensual para avaliar as visões dos professores? Segundo, porque apenas basear a análise nas visões filosóficas e não levar em consideração outros campos que estudam ciência, como sociologia e história da ciência? (Eflin, Glennan, & Reisch, 1999; Elby & Hammer, 2001).

Apesar das controvérsias existentes sobre a abrangência e interpretação dos resultados, como a visão restrita da compreensão sobre ciência do professor, e a dependência que os resultados possuem dos critérios de “adequação” adotados pelos pesquisadores, os testes e escalas nessa área continuam a ser utilizados (Guerra-Ramos, 2012). No entanto, segundo a autora, a complexa rede de ideias que o professor pode possuir sobre ciência pode perder seu significado quando avaliadas através de instrumentos que se reduzem a pontuações ou respostas discretas, como concordar ou selecionar declarações. Nessa perspectiva, a pesquisadora afirma que:

“A tendência de contrastar as ideias dos professores em relação a um quadro normativo acadêmico é acompanhada pela perda de sensibilidade de uma gama de ideias legítimas, que podem ou não ser defensáveis a partir de uma perspectiva pedagógica. Portanto, determinadas posições filosóficas, abstratamente declaradas, são tomadas como o critério apropriado para avaliar a adequação das ideias dos professores sobre a ciência em vez de considerar critérios mais pedagogicamente orientados que poderiam sugerir que aspectos da natureza de ciência os professores não sabem, mas são relevantes para sua prática profissional” (Guerra-Ramos, 2012, p. 636) (Tradução nossa).

Para compreender o que a autora denomina como uma ideia sobre ciência ser defensável a partir da perspectiva pedagógica, podemos citar um exemplo retirado da pesquisa de Elby e Hammer (2001), baseado na contraposição de ideias do conhecimento científico ser incerto e provisório *versus* certo e imutável. Pode ser mais produtivo para estudantes que estão sendo introduzidos ao estudo de física, por exemplo, acreditar em determinado momento

que a ciência lida com descobertas (existe uma natureza a ser descrita), do que aquela que varia de perspectivas (objetivismo versus realismo ingênuo). As aplicações das leis de Newton tendem a violar o senso comum. Um estudante que passe a pensar nas mesmas como provisórias, pode ser inclinado a pensar que determinada lei de Newton não funciona para certa circunstância, isto é, criar hipóteses *ad hoc* para defender suas visões de senso comum. Pelo contrário, se ele pensa nas leis como verdades, ele deve reconciliar suas visões do senso comum com as leis da mecânica (Elby & Hammer, 2001).

A autora destaca também que algumas pesquisas esperam que os professores explicitem e articulem seus conhecimentos sobre ciência a partir de perguntas diretas, sem considerar as possíveis dificuldades que eles possam ter em expressar suas ideias. Muitas vezes, os professores devem responder questões as quais nunca se depararam anteriormente, sem a possibilidade de refletir, articular as ideias, justificá-las e elaborá-las (por exemplo, como os questionários elaborados por Lederman et al., 2002; Rampal, 1992). Segundo a autora, os problemas inerentes aos instrumentos de pesquisa, os quais os professores devem responder no próprio local, com tempo determinado e através da escrita (em oposição a complementação de ideias via entrevista), estão relacionados ao fato deles não explorarem as ideias dos professores com mais profundidade.

De acordo com Guerra-Ramos (2012), existe também a falsa crença de que a visão sobre ciência do professor é única, e que permanece estável em diferentes contextos. E baseados nisso, muitos estudos utilizam questões gerais e abstratas a espera que os professores possam responder em termos gerais. Mesmo quando as ideias do professor se referem a um determinado contexto, suas ideias ainda continuam sendo consideradas estáveis e transferíveis para outros contextos. Por exemplo, no questionário elaborado por Rampal (1992), denominado “Visões sobre Ciência e Cientistas” ou VVV, as questões (abertas e de múltipla escolha) eram diretas e descontextualizadas. Exemplo: “(1) Você já conheceu um cientista?”; “(2) Em caso afirmativo, escreva uma breve introdução e descreva a área de trabalho do cientista.”; “(9) Diz-se que os cientistas possuem um “temperamento científico” que claramente... (a) Reflete em tudo sobre eles, (b) Mostra como trabalham no laboratório, (c). Reflete em seu comportamento social também e (d) Não reflete em todos os aspectos de sua vida” (tradução nossa).

Guerra-Ramos(2012) também afirma que muitas pesquisas que utilizam questões descontextualizadas dificultam a realização de reflexão por parte do professor. Por exemplo, no Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS), elaborado por Lederman et al. (2002), é difícil recordar quais são os significados dos termos “lei”, “teoria” (para responder questão que pede a distinção entre lei e teoria) ou até mesmo “cientista” (para responder sobre o que é ciência e o trabalho do cientista), sem que seja fornecido um contexto, o qual auxilie a reflexão por parte do professor. No entanto, apesar das críticas feitas ao VNOS (que é um questionário baseado em questões abertas, no qual os autores sugerem que seja também acompanhado por entrevistas), é necessário compreender em que contexto ele foi elaborado, visto que esse instrumento foi amplamente divulgado e é o mais utilizado por pesquisadores para avaliar os conhecimentos de professores e alunos da área de ciências e que fundamentou o trabalho dos professores de ciências e processos avaliativos escolares e documentos oficiais para o ensino de ciências. Lederman (1992) apresentou várias pesquisas que recorreram a instrumentos fechados para avaliar as visões dos professores, dentre os quais, destaca-se, TOUS (Test on Understanding Science), que foi muito utilizado para avaliar visões de professores e estudantes nas décadas de 70 e 80. Os pesquisadores eram unânimes em afirmar pelas análises que estudantes e professores sabiam muito pouco sobre ciência. De forma geral, as pesquisas sobre NC seguiam a metodologia normalmente adotada em pesquisas educacionais nos períodos das décadas de 70 e 80 – baseado em grupo controle, instrumentos de análise quantitativa e falta de avaliação da sala de aula.

As justificativas de Lederman et al. (2002) para a proposição do VNOS foram, portanto, os problemas encontrados nos instrumentos de avaliação (fechados, padronizados e que se focavam em classificar as visões como corretas ou incorretas de acordo com determinadas visões pré-estabelecidas). Com base em tais pontos, Lederman et al. (2002) apresentam o desenvolvimento de um instrumento de coleta de dados de visões de NC (VNOS), cuja aplicação do instrumento deve ser seguida por entrevistas individuais para dar acesso aos significados de NC via respostas escritas; definição de uma estrutura teórica de NC que eles consideram útil ao ensino, que deu origem as questões de VNOS (lista consensual, apresentada em 2.1); evidências da validade metodológica de VNOS e grau de cobertura e complementaridade do questionário por entrevista.

Segundo Lederman et al. (2002), estabelecer a validade<sup>6</sup> de um instrumento é um processo contínuo, e ao realizar as entrevistas após a aplicação do questionário é possível verificar de forma direta o entendimento dos participantes de cada item do questionário (apesar das entrevistas não serem feitas com todos os participantes que respondem o questionário). Nos vários estudos realizados pelos autores, o VNOS<sup>7</sup> foi administrado há cerca de 2000 pessoas, entre elas estudantes dos níveis médio e universitário, graduados e professores de ciências em formação inicial e em serviço em quatro continentes. Cerca de 500 entrevistas individuais foram realizadas. De acordo com Lederman et al. (2002), os resultados desses estudos suportam um nível de confiança elevada de validade do VNOS para avaliar os entendimentos de NC de uma ampla variedade de entrevistados. Na opinião dos autores, atrelar o questionário as entrevistas é fundamental para se afirmar sobre a validade da pesquisa e, portanto, não deve ser algo subestimado pelo pesquisador.

Um dos estudos realizado por Akerson, Abd-El-Khalick e Lederman (2000) teve como objetivo avaliar a influência de uma abordagem reflexiva e explícita de instrução de NC realizada no contexto de um curso de métodos da ciência para professores de ciências (em formação e em serviço). Os aspectos de NC discutidos no curso foram os da lista consensual. Ao término do curso, maioria dos participantes apresentou as visões de que o conhecimento científico não é provisório, pois pode ser provado; não reconheceram a importância da inferência, criatividade e imaginação na condução das pesquisas; não souberam diferenciar inferência de observação; não reconheceram que a ciência é subjetiva. De forma similar, várias outras pesquisas sobre visões de ciência de professores apontam que eles têm dificuldades com aspectos de ciência como os pontos da lista consensual (Guerra-Ramos, 2012).

---

<sup>6</sup> A validade pode ser entendida como a habilidade do pesquisador em demonstrar que explicações de eventos particulares podem ser sustentadas pelos dados, isto é, os resultados devem descrever precisamente o fenômeno sob investigação em termos de honestidade, profundidade, riqueza e abrangência de dados. Os pesquisadores realizam triangulação de métodos, fontes, investigadores e teorias; checagem das interpretações com os participantes e observação prolongada na tentativa de minimizar as subjetividades e favorecer o estabelecimento da validade interna da (Cohen, Manion, & Morrison, 2011).

<sup>7</sup> Existem três versões do questionário VNOS (VNOS-A, VNOS-B e VNOS-C). Segundo Lederman et al. (2002), o VNOS-A representou uma tentativa inicial para avaliar as percepções de NC dos sujeitos de forma válida e sistemática, e sofreu alterações com base nas respostas dos mesmos, em uma tentativa de melhorar a validade do questionário.

No entanto, a avaliação dos conhecimentos dos professores sobre ciência na pesquisa realizada por Akerson et al. (2000), assim como várias outras já citadas, recorrem a instrumentos padronizados e avaliam o conhecimento comparando as respostas dos professores às perspectivas pré-determinadas. Por exemplo, para Lederman et al. (2002) as visões sobre ciência dos participantes podem ser consideradas como *esclarecidas* se corresponderem corretamente aos princípios da lista; *ingênua* se a resposta for contrária a algum ponto da lista (por exemplo, dizer que ciência busca a objetividade ao invés de ser subjetiva); e *contraditória*, por exemplo, se diz que na ciência modelos são representações, mas ao analisar modelos utiliza como critério cópia da realidade para escolha do mais adequado. Nesse sentido, torna-se necessário investigações e instrumentos de pesquisa que sejam capazes de mostrar de forma mais detalhada a compreensão dos professores sobre ciência, e que esclareçam os contextos em que os professores articulam suas ideias. Isso se justifica, pois o perfil conceitual<sup>8</sup> é individual, difere de um indivíduo para outro, e é fortemente influenciado pelas experiências de cada sujeito. Nesse sentido, podemos afirmar que o indivíduo pode desenvolver diferentes ideias sobre ciência em diferentes contextos, não permanecendo com uma única visão que pode ser transferida para outros contextos, sendo que a coerência das ideias deve ser avaliada atrelada ao contexto. Por exemplo, segundo Smith & Scharmann (1999), objetividade é uma meta da ciência e ao mesmo tempo ela pode ter mais ou menos características subjetivas. Ou seja, segundo os autores, devemos avaliar o que torna algo mais ou menos científico.

A revisão realizada por Guerra-Ramos (2012) e a consulta de outras pesquisas na área (por exemplo, Allchin, 2011; Elby & Hammer, 2001; Justi & Mendonça, 2016), nos indicam que é importante pensar em outras formas de avaliar o conhecimento sobre NC de professores e alunos, não o atrelando a categorias definidas a priori sobre o que é ciência ou o

---

<sup>8</sup>“A noção de perfil conceitual (Mortimer, 1995) estabelece que um único conceito pode estar disperso entre vários tipos de pensamento filosófico e apresentar características ontológicas também diversas, de forma que qualquer pessoa pode possuir mais de uma forma de compreensão da realidade, que poderá ser usada em contextos apropriados. A elaboração do perfil prevê a estruturação das ideias em diversas zonas que representam diferentes compromissos epistemológicos e características ontológicas distintas. Cada zona do perfil corresponde a uma forma de pensar e falar sobre a realidade, que convive com outras formas diferentes num mesmo indivíduo.”(Amaral & Mortimer, 2001, p. 6).

classificando dentro de visões filosóficas sem analisar o contexto em que as ideias são apresentadas. Além disso, torna-se necessário avaliar a pertinência dos cursos de formação de professores de ciências que visam torná-los mais esclarecidos sobre ciência (Bartholomew et al., 2004). A literatura tem apontando a importância do ensino explícito de NC e o uso de estudos de casos como perspectivas interessantes em detrimento a cursos de filosofia da ciência desvinculados do contexto de atuação do professor (Justi & Erduran, 2015).

No presente trabalho, apostamos no portfólio como instrumento de avaliação partindo do pressuposto de que por ser um instrumento de avaliação aberto e que permite reflexão, poderia nos fornecer um conhecimento mais profundo sobre ciência dos licenciandos. Além disso, como apontam Justi e Mendonça (2016), mais pesquisas que utilizem esse tipo de instrumento como método de avaliação em cursos de formação de professores de ciências se tornam necessárias.

## **2.3 PORTFÓLIOS COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

Ao longo da história o portfólio adquiriu diferentes nomenclaturas, como porta-fólios, diários de bordo e dossiê, que se diferenciam de acordo com as suas finalidades e espaços geográficos. Por exemplo, o dossiê pode ser entendido como uma pasta onde se guardam todos os materiais produzidos pelo estudante cronologicamente, e o porta-fólio é uma amostra representativa do dossiê (Alves, 2003). Originalmente, o termo portfólio, do italiano *portafoglio*, que significa “recipiente que guarda folhas soltas”, começou a ser utilizado no campo das artes, em que o artista para elaborar seu portfólio selecionava seus melhores trabalhos, os quais representariam sua produção artística (Torres, 2007). Desse modo, para o artista, o portfólio é um instrumento que permite divulgar suas produções, de forma que possa ser apreciado por outros sujeitos, e cria a possibilidade do artista comprovar, a partir do seu trabalho, sua capacidade criativa e artística (Alves, 2003). O conceito de portfólio foi quebrando barreiras e conquistando uma nova configuração no campo da educação (Rezende, 2010).

A propagação do portfólio no espaço escolar e universitário se deu a partir dos anos 90, sendo os Estados Unidos um dos países pioneiros na utilização do portfólio como instrumento de avaliação. Seu uso obteve tamanho êxito, que levou a *Association for Supervision and Curriculum* a considerar o portfólio como uma das três melhores metodologias de ensino, atualmente em uso. O portfólio também foi considerado, por teóricos, um instrumento dinâmico e eficiente de ensino. Hoje o portfólio se institucionalizou como instrumento de avaliação em escolas norte-americanas e europeias (Zanellato, 2008).

No Brasil, existem escolas da educação básica, especialmente na educação infantil, que usam esse instrumento para realizar o acompanhamento do desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes. No ensino superior os professores não têm o costume de utilizar o portfólio, no entanto, alguns o adotam como registro de ações e reflexões em cursos de formação docente (Ambrosio, 2013). Contudo, ainda são poucas as publicações dos resultados alcançados com a utilização do portfólio como instrumento de avaliação no Brasil (Alves, 2003).

O portfólio é um instrumento de avaliação que permite, de diferentes formas, acompanhar o desenvolvimento do estudante. A partir do portfólio podemos analisar, avaliar, executar e apresentar as produções dos estudantes que são desenvolvidas ao longo de um período, por meio das ações de ensino e aprendizagem. Essas produções são as evidências dos conceitos, fatos, procedimentos, atitudes desenvolvidas e intermediadas por um professor orientador (Rezende, 2010). Nessa perspectiva, podemos definir o portfólio como um conjunto de diferentes classes de documentos, como notas pessoais, experiências de aula, trabalhos pontuais, representações visuais, os quais fornecem evidências do conhecimento construído pelo estudante ao longo de um período, das estratégias e disposições utilizadas pelo estudante para aprender e continuar aprendendo (Hernández, 2007). De acordo com Shores e Grace, as evidências de aprendizagem podem ser classificadas como:

“1) *da aprendizagem da turma*: documentados por trabalhos, fotos e vídeos; entrevistas, gráficos, tabela de dados, textos, desenhos, frases, fotos, vídeos, reflexões, análises, depoimentos; 2) *estudos independentes*: pesquisas, análises e reflexões, realizadas a partir do interesse e necessidade de ir-se além dos conteúdos selecionados; 3) *estudos*

*de casos*: temas selecionados e abordados no dia a dia sala de aula; 4) *memória*: registros narrativos das aulas, dos encontros, da observação das situações de aprendizagem, seus sucessos e hipóteses. As *memórias*, podem ser coletivas (dos alunos) e individuais (do professor), diárias, semanais, quinzenais ou mensais, construídas com os alunos a partir de elementos metodológicos, conceituais e avaliativos que aprofundem conhecimentos e enriqueçam as aulas e a produção de textos da turma de forma clara, coesa e objetiva; 5) *amostras de trabalhos*: seleção de amostras do trabalho desenvolvido por todos os envolvidos, tornando-se um arquivo, um documentário; metas, objetivos e combinados da turma para um bom andamento e organização do trabalho” (Shores e Grace, 2001 apud Ambrosio, 2013, p. 26).

Nesse sentido, o portfólio pode ser entendido como um instrumento que compreende todos os trabalhos que foram selecionados pelo estudante e realizados ao longo de um curso ou disciplina, podendo possuir diferentes fontes. No entanto, para a elaboração de um portfólio é desejável que o estudante não apenas selecione e organize as evidências de aprendizagem, como também realize reflexões sobre sua própria aprendizagem. (Zanellato, 2008).

O portfólio é um instrumento que permite a reflexão (ou autorreflexão), pois oferece ao estudante a possibilidade de aprender a aprender, a partir do momento que ele reflete sobre sua aprendizagem. Por ser o portfólio um instrumento elaborado pelo próprio estudante, ele permite a valorização do seu próprio trabalho, e conseqüentemente sua aprendizagem. O portfólio não deve ser entendido como uma pasta acumulativa de trabalhos, mas um instrumento que visa mostrar o progresso e avanço do estudante, permitindo que ele desenvolva a tomada de decisão ao produzir um trabalho criativo, aprendendo a selecionar evidências do seu aprendizado e fazer julgamentos sobre o seu desempenho (Paulson, Paulson, & Meyer, 1991). Nesse sentido, Villas Boas (2005) afirma que,

*“O portfólio é mais do que uma coleção de trabalhos do aluno. Não é uma pasta onde se arquivam textos. A seleção dos trabalhos a serem incluídos é feita por meio de autoavaliação crítica e cuidadosa, que envolve o julgamento da qualidade da produção e das estratégias de aprendizagem utilizadas. A compreensão individual do que constitui qualidade em um determinado contexto e dos processos de*

*aprendizagem envolvidos é desenvolvida pelos alunos desde o início de suas experiências escolares. Essa reflexão pode ser facilitada pela interação com colegas e professores e pela reflexão em vários momentos: a) de trabalho individual e em equipe; b) durante a apresentação dos portfólios pelos colegas; c) por meio de confronto da produção com os objetivos e descritores de avaliação. O próprio exercício da reflexão indica ao aluno as formas de entendimento dessa questão (Villas Boas, 2005).”*

Segundo Collins (1992), o portfólio além de constituir um instrumento de reflexão, pode ser utilizado para a realização de avaliações autênticas<sup>9</sup>, pois pode conter evidências do progresso do aluno de diferentes fontes. Ainda segundo o autor, o portfólio constitui uma avaliação contextualizada e incentiva a integração de conhecimentos e habilidades aprendidas de diferentes formas, promovendo não somente a avaliação pelos pares, mas também a autoavaliação. Nessa mesma perspectiva, Paulson, Paulson e Meyer (1991), afirmam que o portfólio fornece a oportunidade para avaliações autênticas, por favorecer uma visão mais abrangente do desempenho do aluno, além de revelar muito sobre o sujeito que o elabora, ele permite compreender o processo educativo de forma individual. Na mesma perspectiva dos autores citados, para Hernández (2007), o portfólio é caracterizado como um instrumento de avaliação, devido ao processo constante de reflexão realizado pelo estudante, bem como da relação entre as finalidades educativas e as atividades realizadas para a sua elaboração, de forma a explicar o próprio processo de aprendizagem, assim como os momentos cruciais nos quais o estudante superou ou identificou um problema.

O portfólio é um instrumento interessante para estimular e observar a aprendizagem do estudante ao longo de um período, pois não constitui uma avaliação pontual, como testes e provas, que os estudantes estão habituados a realizar. Nesse sentido, o portfólio contrasta como outras formas de avaliar que simplesmente monitoram o que foi ou não aprendido, porque avalia o progresso (ou regresso) do estudante (Qvortrup & Keiding, 2015).

---

<sup>9</sup> De acordo com o autor, a avaliação autêntica pode ser entendida como uma avaliação polivalente, de múltiplas fontes, ou avaliações contextualizadas, que incentivam a integração de conhecimentos e habilidades aprendidas de diferentes formas, promovem a avaliação pelos pares assim como a autoavaliação. O autor também ressalta que existem outras formas de avaliação autênticas em seu trabalho.

## 2.4 PROFESSORES REFLEXIVOS E O USO DE PORTFÓLIOS

Nas décadas de 1980 e 1990 teve início uma discussão intensa sobre a formação de professores, devido, principalmente, à emergência do movimento de profissionalização do ensino e legitimação da profissão docente (busca de um repertório de conhecimentos dos professores) (Figueirêdo, 2008). Até então, os cursos de formação de professores se baseavam no modelo da racionalidade técnica. Sob essa visão, a formação do professor se constituiria a partir da aplicação rigorosa de teorias e técnicas científicas às situações práticas (sendo esse modelo também conhecido como aplicacionista) (Diniz-Pereira, 2016)<sup>10</sup>. Em função desse contexto (críticas ao modelo aplicacionista e entendimento dos professores como sujeitos de saberes e fazeres) (Figueirêdo, 2008) novas propostas e modelos de formação de professores surgiram na tentativa de valorizar os saberes docentes.

Um dos modelos de formação de professores mais conhecidos foi proposto por Schön (modelo da racionalidade prática), e baseia-se no *conhecimento na ação*, ou seja, “na construção dos conhecimentos através das situações mobilizadas na prática e a partir da reflexão das mesmas” (Silva, 2016). Segundo Zeichner (2008), do ponto de vista do professor, significa que o processo de compreensão e melhoria do ensino deve começar da reflexão do professor a partir das experiências por ele vivenciadas, pois o saber advindo da experiência de outras pessoas não é suficiente.

Para Pimenta e Ghedin (2002), Schön demonstra ter preocupação com a valorização da prática na formação profissional<sup>11</sup>, uma prática que deve ser reflexiva e que possibilite aos profissionais a obtenção de respostas frente a situações novas, de incerteza e indefinição. O modelo de Schön apoia-se no conceito de *professor reflexivo* e segundo ele,

---

<sup>10</sup> Para mais detalhes sobre o modelo da racionalidade prática, consultar Diniz-Pereira (2014; 2016).

<sup>11</sup> Alguns trabalhos fazem críticas sobre a ênfase dada a prática neste modelo. Para mais detalhes podem ser consultados os trabalhos: *Uma análise crítica sobre a “reflexão” como conceito estruturante na formação docente* (Zeichner, 2008), *Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito* (Pimenta & Ghedin, 2002) e *Da racionalidade técnica à racionalidade crítica: formação docente e transformação social* (Diniz-Pereira, 2014). É importante ressaltar que estamos cientes das críticas feitas ao modelo de Schön, todavia o consideramos válido para fins dessa pesquisa, pois não consideramos que no modelo há uma primazia da prática em relação à teoria, mas uma concepção dialética entre ambas.

*“Os professores reflexivos desenvolvem a prática com base na sua própria investigação-ação num dado contexto escolar ou sala de aula, que constituem sempre um caso único. A prática é sustentada em teorias da educação em relação às quais o professor mantém uma perspectiva crítica. Deste modo, a prática é sujeita a um processo constante de vaivém que conduz a transformações e a investigações futuras. Este processo desenvolvido pelo indivíduo não é privado, mas público, isto é, as interrogações surgem num cenário de conversação coletiva que pode ser real ou em sentido metafórico, como referido por Schön (1987)”* (Oliveira & Serrazina, 2002).

De acordo com Schön, existem distinções entre a *reflexão na ação*, a *reflexão sobre a ação* e a *reflexão sobre a reflexão na ação*. Segundo o autor, o primeiro ocorre durante a prática do professor, e o segundo quando se faz uma revisão do acontecimento fora do cenário onde ele ocorreu. A reflexão na ação permite que o profissional se torne consciente a respeito do seu conhecimento tácito, buscando encontrar possíveis crenças errôneas e reformular seu pensamento. Ainda segundo o autor, na reflexão sobre a reflexão na ação o profissional realiza uma retrospectiva sobre a ação e sobre os momentos de reflexão na ação, ou seja, sobre o que ocorreu, quais foram as suas observações e quais foram os significados que ele atribuiu e pode atribuir ao que aconteceu (Oliveira & Serrazina, 2002) .

Segundo Paulo Freire, reflexão é o movimento realizado entre o fazer e o pensar, e entre o pensar e o fazer. De modo que, o constante exercício da reflexão constitui uma orientação para a transformação da prática docente (Silva & Araújo, 2005). Nesse sentido, Oliveira e Serrazina (2002), afirmam que a reflexão permite que o professor reveja acontecimentos e práticas, de modo que uma prática reflexiva pode proporcionar a oportunidade para o seu desenvolvimento profissional.

Pensando nessa perspectiva, da importância da formação de professores reflexivos, é necessário discutir maneiras de desenvolver a habilidade reflexiva na formação docente inicial, principalmente pelo fato de que vivemos em cenários que não cultivam essa prática (Pimenta & Ghedin, 2002). Alguns pesquisadores (por exemplo, Ambrosio, 2013; Hernández, 2007; Paulson et al., 1991; Rezende, 2010; Torres, 2007; Villas Boas, 2005) vêm apontando o portfólio como um instrumento de aprendizagem que promove a reflexão.

O portfólio constitui um instrumento de aprendizagem importante, pois favorece o desenvolvimento da capacidade de reflexão, autoavaliação e aprendizagem, permitindo que os professores em formação possam melhorar seus desempenhos (Torres, 2007). O portfólio, além de possibilitar a avaliação reflexiva, é utilizado na formação inicial como uma metodologia que tem por objetivo implementar e favorecer os processos de reflexão sobre a prática pedagógica, possibilitando um registro contínuo do progresso, das aprendizagens e experiências do professor em formação, resultantes das atividades exercidas durante um período (Rodrigues, 2009).

O portfólio permite que o professor em formação desenvolva habilidades como a reflexão e autoavaliação, assim como a realização de análise crítica, principalmente ao selecionar as evidências de aprendizagem. Além disso, o portfólio como instrumento de avaliação tem sido utilizado como um grande potencial para associar currículo e práticas pedagógicas, visando o desenvolvimento metacognitivo. De forma que, é importante que o professor em formação seja capaz de monitorar, compreender, refletir sobre o seu conhecimento, de modo que ao ter consciência do seu estado de conhecimento, possa estabelecer objetivos de aprendizagem (Villas Boas, 2005).

Çimer (2011) também afirma que o portfólio é um instrumento importante por direcionar e melhorar a aprendizagem dos professores em formação. O portfólio direciona, pois o professor em formação deve estar atento a todas as atividades realizadas, ser crítico ao selecionar as evidências de aprendizagem, compreender quais são suas dificuldades, seu progresso, realizando sempre reflexões sobre todas as experiências vividas. Ainda segundo a autora, o portfólio pode mudar hábitos de estudos irregulares dos professores em formação para hábitos que promovem a aprendizagem e atitudes positivas em relação à mesma.

Çimer (2011) ainda enfatiza que, para se obter resultados positivos na utilização do portfólio, é necessário que os professores em formação recebam orientação quanto a forma de elaborar o portfólio, por ser um instrumento que é pouco utilizado, que necessita de autorreflexão e por não ter tantas regras quanto a forma de ser elaborado. Por exemplo, várias evidências de aprendizagem podem ser utilizadas, como citadas anteriormente, o que pode fazer com que o professor em formação fique confuso quanto a seleção de evidências.

Segundo Silva e Sá Chaves (2008), o portfólio é um instrumento que serve como suporte para avaliações tanto somativas quanto formativas, mas especialmente para avaliações formativas, pois permite que o professor em formação avalie, por exemplo, conflitos cognitivos, afetivos e psicomotores, garantindo o desenvolvimento dos níveis de consciência. Nesse sentido, Villas Boas (2005) afirma que a adoção do portfólio como procedimento de avaliação em cursos de formação de professores pode ser justificado por três aspectos: a construção e domínio dos saberes da docência; a união entre teoria e prática, e a construção da autonomia. Çimer (2011) também aponta considerações nesta perspectiva. Para a autora, durante o processo de elaboração do portfólio, é extremamente necessário que o professor em formação seja supervisionado e orientado continuamente, de forma que se obtenha êxito na utilização do portfólio. Nesse sentido, a autora afirma que existem dois componentes do processo do portfólio que o fazem ser uma ferramenta de aprendizagem valiosa: a autorreflexão e o contínuo *feedback* do professor orientador.

A orientação quanto à elaboração do portfólio é importante, pois falhas como a não compreensão dos objetivos do portfólio, podem comprometer a eficiência desse instrumento de aprendizagem. Algo fundamental que pode evitar essas falhas é a reflexão, que acontece na mediação do professor formador ao professor em formação, o que deve acontecer em vários momentos ao longo do período de um curso ou disciplina, de forma a ampliar e diversificar o olhar do professor em formação (Zanellato, 2008).

Segundo Collins (1992), o portfólio tem um grande potencial e as pesquisas sobre portfólios podem ajudar os educadores a compreenderem as diversas formas de se utilizar esse instrumento, a fim de promover a aprendizagem. Deve se levar em consideração a finalidade do portfólio, a estrutura e a autenticidade, de maneira a proporcionar a oportunidade de usar essa ferramenta da melhor forma.

Mais pesquisas empíricas sobre a utilização dos portfólios são necessárias, de modo a avaliar seu impacto no ensino e aprendizagem. O processo e o critério de reflexão devem ser mais explícitos para os alunos, tomando cuidado para não correr o “risco de instrumentalizar reflexões do aluno, e, portanto, dificultar processos frutíferos de procurar e refletir sobre os próprios critérios, o que parece relevante de uma perspectiva metacognitiva” (Qvortrup & Keiding, 2015).

Nesse sentido, entendemos que o portfólio constitui um instrumento que oferece a oportunidade de avaliar e refletir sobre o progresso dos professores em formação. Ele possibilita a realização da autorreflexão por parte do estudante, de forma que ele aprende a aprender. Permite que a avaliação considere o trabalho não de forma pontual, mas avalie o processo de ensino vivenciado e a evolução dos conhecimentos. Por esses e outros motivos já citados, consideramos que o portfólio constituiu um método de avaliação e reflexão fundamental para monitoração do curso de formação inicial e formação de professores reflexivos.

Na pesquisa desenvolvida consideramos portfólio o conjunto de textos produzidos por professores em um curso de formação inicial em que eles deveriam escrever e refletir sobre suas próprias ideias. O ato de reflexão sobre o pensamento, sentimento e a própria aprendizagem poderia favorecer o desenvolvimento de habilidades metacognitivas ao auxiliar os professores em formação a se autoavaliarem e pensar no que aprenderam e não aprenderam nas atividades do curso. Esse processo de exame dos próprios pensamentos é importante para auxiliar professores que estão aprendendo temas e conceitos complexos, como os do curso de formação aqui apresentado.

## CAPÍTULO 3: A PESQUISA

### 3.1 QUESTÕES DE PESQUISA

Diante das discussões apresentadas – sobre a importância da inserção de NC na educação básica e na formação de professores de ciências (Allchin, 2011; Justi & Erduran, 2015; Lederman et al., 2002; M. S. Matthews, 1995; Niaz, 2009; Smith & Scharmann, 1999) e a utilização do portfólio como instrumento de avaliação e reflexão em cursos de formação de professores (Ambrosio, 2013; Çimer, 2011; Collins, 1992; Hernández, 2007; Torres, 2007; Villas Boas, 2005) – essa pesquisa tem como objetivo geral *analisar o entendimento sobre ciência de uma licencianda e como o portfólio possibilitou avaliar seus conhecimentos sobre o tema, durante sua participação na 1ª etapa de um curso de formação inicial*. Dessa forma, o trabalho desenvolvido teve como intuito buscar respostas às seguintes questões:

- I) Quais são as visões de NC apresentadas pela licencianda em suas reflexões no portfólio?
- II) Como o portfólio nos informa sobre a aprendizagem de NC da licencianda na 1ª etapa do curso?

É importante esclarecer que entendemos por visões de NC os aspectos que a licencianda considera característicos da ciência, e qual a compreensão dela sobre esses aspectos. Partimos do pressuposto que no portfólio a licencianda seria capaz de ressaltar aspectos de NC de forma contextualizada, isto é, fazendo menção aos contextos vivenciados no curso de formação inicial para exemplificar ou justificar seu entendimento sobre ciência. Desse modo, julgamos que podemos compreender seu entendimento sobre ciência ao buscar por evidências de aprendizagem no portfólio, pois como salientado anteriormente, o portfólio possibilita a realização de reflexão do processo de aprendizagem pelo estudante, e a avaliação desse conhecimento pelo professor orientador (Collins, 1992).

## 3.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 3.2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PESQUISA

O trabalho aqui apresentado fundamenta-se nos princípios teórico-metodológicos da pesquisa qualitativa em educação (Cohen et al., 2011).

Um conjunto de textos de natureza descrita e reflexiva serviu como instrumento de coleta de dados. Julgamos que pela natureza desse tipo de texto, poderíamos ter noção daquilo que foi relevante para a licencianda para caracterizar ciência ao participar do curso de formação inicial, pois ela tinha liberdade para escrever e expressar seus pensamentos no portfólio. Nas publicações de Hodson e Wong (por exemplo, 2014; 2010), os autores utilizaram no título a expressão em língua inglesa “From the horse’s mouth”, que em língua portuguesa pode ser entendida como “Ouvindo diretamente da fonte”, para destacar que foi dada voz aos cientistas para falarem sobre ciência, pois o conhecimento desse público sobre esse tema sempre foi muito desprestigiado na tradição de pesquisa da área (por exemplo, em detrimento às visões de filósofos, historiadores e sociólogos da ciência). Ao deixar que os cientistas se expressassem sobre o que de fato para eles caracteriza o empreendimento científico, foi possível ter acesso as visões dos mesmos sobre ciência e ampliar o conhecimento da comunidade da área de Educação em Ciências. Buscamos, de forma análoga, tentar compreender o que caracteriza ciência na visão da licencianda ao utilizarmos o portfólio como fonte de dados. Ou seja, ouvir diretamente dela.

Como mencionado anteriormente, o portfólio é um conjunto de diferentes tipos de documentos (como notas pessoais, experiências de aula, trabalhos pontuais, entre outros) (Hernández, 2007). Por ser um documento, o portfólio constitui uma fonte de dados estável, que pode ser consultado várias vezes, servindo de base para diferentes estudos, além de ser uma fonte de onde podem ser retiradas evidências fortes que suportem as afirmações do pesquisador (Lüdke & André, 2015). Levando-se em consideração essa definição, iremos realizar uma *análise documental* a fim de identificar nos textos produzidos pela licencianda seu entendimento sobre ciência e o desenvolvimento desse conhecimento.

Com intuito de sistematizar a análise do portfólio, que inicialmente será apresentada de forma bastante descritiva e detalhada, optamos pela *análise de conteúdo*. Este tipo de

análise pode ser desenvolvida com qualquer documento escrito (como por exemplo, transcrições de entrevista), sendo muito utilizada para analisar grandes quantidades de textos. Frequentemente, na análise de conteúdo usa-se a categorização como forma de reduzir a grande quantidade de dados. Nesse tipo de análise podemos criar as categorias previamente ou ao analisar os dados, afim de gerar ou testar uma teoria. A análise de conteúdo pode também descrever a frequência relativa de certos tópicos que são importantes (Cohen et al., 2011).

Na análise as categorias surgiram durante a leitura e interpretação dos textos do portfólio. Pela literatura e pelo tipo de atividade desenvolvida no curso (Abd-El-Khalick et al., 1998; Allchin, 2011; Allchin et al., 2014; Almeida, Oliveira, & Mendonça, 2014; Costa, Mendonça, & Justi, 2014; Justi & Mendonça, 2016; Smith & Scharmann, 1999) já tínhamos noção de algumas categorias que poderiam ser encontradas na inspeção dos dados (isto é, características sobre o que é ciência). Porém, ao apresentarmos os contextos nos quais tais categorias apareceram (ou seja, a análise descritiva), buscamos validá-las, ou seja, deixar claro como tal categoria é capaz de abarcar o significado expresso pela participante.

A análise dos dados foi feita de forma indutiva, de modo que, as teorizações foram construídas a partir das evidências encontradas. Dessa maneira, buscamos compreender qual o conhecimento da licenciada sobre ciência a partir da análise dos textos do portfólio por ela elaborado, sendo coerentes com os princípios da pesquisa qualitativa (Bogdan & Biklen, 1994).

### **3.2.2 CARACTERIZAÇÃO DO CURSO DE FORMAÇÃO INICIAL**

O curso de formação inicial foi dividido em três etapas, devido ao caráter das atividades desenvolvidas. As etapas foram denominadas da seguinte forma:

**Etapa I:** Desenvolvimento dos conhecimentos sobre NC

**Etapa II:** Elaboração e desenvolvimento dos planejamentos de aula

**Etapa III:** Elaboração e desenvolvimento das sequências didáticas

Os objetivos gerais e as atividades desenvolvidas no curso de formação inicial serão descritas a seguir. É necessário esclarecer que as etapas II e III serão relatadas mais sucintamente, pois os textos dessas etapas não foram analisados.

As atividades realizadas na etapa I tinham o objetivo de proporcionar o desenvolvimento dos conhecimentos sobre NC dos licenciandos, de modo que servisse de subsídio para as etapas II e III, pois os licenciandos deveriam elaborar e desenvolver em salas de aula de química do ensino médio planos de aula e sequências didáticas voltadas para o ensino de NC nas demais etapas. Nesse sentido, podemos afirmar que os objetivos das atividades realizadas na etapa I e nas etapas II e III foram distintos, assim como os tipos de conhecimentos docentes desenvolvidos. Dessa forma, optamos por analisar os textos do portfólio referentes a etapa I, de modo a compreendermos os conhecimentos de NC desenvolvidos por uma licencianda na etapa inicial do curso de formação<sup>12</sup>.

#### *ETAPA I: DESENVOLVIMENTO DOS CONHECIMENTOS SOBRE NC*

O objetivo geral das atividades nessa etapa foi desenvolver os conhecimentos dos licenciandos sobre NC a partir do estudo e análise de casos (Allchin et al., 2014; Almeida et al., 2014; Costa et al., 2014; Justi & Mendonça, 2016), de forma que os licenciandos deveriam desenvolver suas compreensões sobre ciência a partir da análise de contextos e não a partir de categorias sobre ciência definidas a priori. Essa etapa teve início em agosto de 2013 e se estendeu até março de 2014, e nesse período foram realizados 17 encontros presenciais.

- *Encontros 1 ao 4: Realização de Leituras Introdutórias*

Inicialmente os licenciandos realizaram leituras sobre os objetivos atuais para o ensino de ciências e a relevância da inserção da história da ciência no ensino de ciências frente a estes objetivos. Almejava-se que a equipe entendesse a proposta do curso, e adquirisse uma compreensão geral sobre os temas, em especial, o potencial da história da ciência para

---

<sup>12</sup> Foi apresentado um ensaio de análise dos textos do portfólio de todas as etapas do curso de formação inicial no documento de qualificação (Julho, 2016). No entanto, percebemos que o perfil das reflexões para cada etapa do curso eram muito distintos. Para o caso da licencianda aqui analisada, as reflexões da etapa I foram mais voltadas para o desenvolvimento dos conhecimentos sobre NC e das etapas II e III para as intervenções em sala de aula, em que diversos aspectos do planejamento e da sala de aula lhe chamaram mais atenção a ponto de merecer muito mais destaque nos textos do portfólio do que falar de natureza da ciência ou da relação do conteúdo escolar com natureza da ciência.

inserir discussões sobre o que é ciência. Após as leituras introdutórias, os licenciandos iniciaram as atividades de estudo e análise de casos. Foram realizados dois estudos de casos históricos e um caso contemporâneo.

- *Encontros 5 ao 8: Análise e estudo do caso histórico I*

O primeiro estudo de caso realizado envolveu a apresentação de histórias da ciência. Para o desenvolvimento da atividade, os 16 licenciandos foram reunidos em quatro grupos, sendo que cada um deles foi proposto em função de envolver os licenciandos de diferentes períodos do curso de licenciatura em Química. Cada grupo recebeu o que foi denominado kit histórico, o qual continha textos que abordavam diferentes personagens da ciência e possibilitavam perceber características da ciência ao analisar o trabalho e história deles. Para a realização da atividade, os licenciandos deveriam elaborar uma maneira criativa de apresentar as histórias presentes no kit que receberam, ou seja, diferentemente de um seminário formal. Em suma, os kits poderiam problematizar os seguintes aspectos sobre os cientistas e a ciência:

- *Kit 1 – Antoine Lavoisier*: a história do cientista Lavoisier pode desmistificar a ideia de genialidade de todo cientista, a partir do momento em que se compreende o trabalho desse cientista e como surgiu sua fama de pai da química. A história também situa historicamente e criticamente as relevantes contribuições do cientista, desmistificando a ideia de que “descobrir algo é simples”, de forma a superar as informações equivocadas presentes em muitos livros didáticos de química. A história personifica a imagem de Lavoisier, e mostra as outras atividades realizadas por ele além da ciência.
- *Kit 2 – Louis Pasteur, Karl Friedrich Mohr, Frédéric Joliot-Curie e Rudolf Christian Karl Diesel*: esse kit possui casos históricos diversos, que possibilitam ampliar a visão sobre a personalidade de cientistas, assim como uma visão crítica sobre a divulgação científica. A partir dos estudos das histórias desses quatro cientistas, pode-se ter a noção mais clara sobre o que significa ciência e como ela pode influenciar e ser influenciada pelos contextos sociais, econômicos, etc. As histórias

podem auxiliar a compreensão da ciência em construção, do trabalho e características de um cientista<sup>13</sup>, tais como a influência da personalidade do cientista na ciência, a influência do contexto social político e econômico na ciência, o conhecimento científico ser produzido de maneira colaborativa, a necessidade de financiamento para a condução de pesquisas, entre outros.

- *Kit 3 – Isaac Newton, Margareth Mead, Antonie Henri Becquerel e Gottfried Wilhelm Leibniz*: as controvérsias históricas presentes nesse kit permitem compreender como a ciência lida com controvérsias, qual a importância e a força dos argumentos e como os fatos científicos são construídos. Através do estudo das controvérsias, podemos compreender e analisar criticamente o papel da experimentação na ciência e dos conhecimentos prévios necessários para construção do conhecimento científico<sup>14</sup>.
  
- *Kit 4 – Etnografia da Ciência baseada no trabalho de Bruno Latour*: diferentemente dos outros kits, os quais apresentam histórias de cientistas do passado, o kit 4 aborda a etnografia da ciência, isto é, o trabalho de um antropólogo da ciência, que possibilita a investigação e compreensão da prática científica. O kit serve de referencial teórico para a condução de pesquisas pelos licenciandos com cientistas contemporâneos, permitindo observar o processo de construção do conhecimento nos dias atuais.

Os licenciandos tiveram duas semanas para preparar a apresentação dos kits históricos, sendo que o roteiro da apresentação deveria ser entregue para a coordenadora. Os encontros presenciais nesse período foram voltados para a elaboração do roteiro, com o auxílio das colaboradoras e a coordenadora do curso. Por julgar que o tema NC ainda era

---

<sup>13</sup> Para ver a análise detalhada dos aspectos de NC que poderiam ser explorados a partir dos casos históricos consultar o artigo *Natureza da Ciência a partir de casos históricos: uma proposta criativa para aprender sobre ciência* (Almeida et al., 2014).

<sup>14</sup> No artigo *Uso de controvérsias históricas para favorecer a compreensão de natureza da ciência*, as autoras Costa, Mendonça e Justi (2014) realizaram um análise detalhada da história presente no kit 3.

abstrato para os licenciandos, a coordenadora destacou que após cada apresentação eles deveriam explicitar os processos, produtos e produtores da ciência envolvidos nos casos históricos, por acreditar que essa tarefa poderia ajudá-los a refletir sobre NC.

As apresentações aconteceram em dois encontros, kits 1 e 2 (primeiro encontro) e kits 3 e 4 (segundo encontro). As histórias presentes nos kits históricos 1 a 3 foram contadas em forma de teatro. O grupo que recebeu o kit 4 optou por produzir uma reportagem para um telejornal, o qual foi denominado Conexão Pibid. Após cada apresentação havia a discussão sobre o processo, produto e produtor da ciência, de forma a auxiliar o grupo a pensar sobre NC.

- *Encontros 9 ao 12: Análise e estudo do caso histórico II*

A segunda atividade foi a realização de uma dramatização histórica<sup>15</sup> acerca de uma controvérsia sobre um fato histórico<sup>16</sup> (que foi denominado pela coordenadora como corte histórica). A controvérsia relacionava-se a concessão do prêmio Nobel de Química de 1918 atribuído a Fritz Haber pela síntese da amônia em larga escala a partir de seus elementos constituintes. Para a realização da corte histórica, os licenciandos foram divididos em dois grupos, um a favor da concessão do prêmio Nobel de Química a Fritz Haber (grupo de defesa ao “réu”) e outro contrário (grupo de acusação ao “réu”). Os grupos escolheram seus representantes (advogados), os quais apresentariam os argumentos no dia da corte histórica. Cada licenciando recebeu textos diversos sobre o tema, que serviram como material suporte para a elaboração dos argumentos de defesa e ataque ao réu. Os textos eram sobre a história de Fritz Haber, o desenvolvimento da produção de amônia e o cenário em que este desenvolvimento aconteceu. Alguns textos eram fontes primárias (como o discurso de Haber ao receber o prêmio Nobel) e outros fontes secundárias (artigos sobre a síntese da amônia, alguns aspectos dessa história relacionados à Haber, e sobre o contexto

---

<sup>15</sup> Ao recomendar que a corte histórica fosse uma dramatização, os licenciandos deveriam não somente formular os argumentos, mas criar uma cena em torno do evento histórico, em que eles poderiam usar trajes que fossem apropriados para a situação a ser encenada. O objetivo foi aumentar a motivação dos licenciandos para participar da atividade. Para mais detalhes da atividade, consultar Justi e Mendonça (2016).

<sup>16</sup> É importante esclarecer que uma controvérsia histórica é diferente de uma controvérsia sobre um fato histórico. Uma controvérsia histórica é uma situação em que dois ou mais cientistas desenvolveram conhecimentos diferentes e conflitantes sobre um mesmo tópico (por exemplo, interpretações diferentes sobre o mesmo experimento). Uma controvérsia relacionada a um fato histórico, como ocorreu no curso de formação inicial, foi um debate sobre um evento histórico, mas que não envolveu conflito de conhecimento (Justi & Mendonça, 2016).

histórico, político e econômico do século XIX e início do século XX). Os licenciandos foram informados que outras fontes de informação poderiam ser consultadas, caso eles julgassem ser necessário.

A coordenadora instruiu os licenciandos quanto a importância de se elaborar os argumentos pensando como se estivessem vivendo naquela época, especificamente até 1920<sup>17</sup>. Isso era importante, pois os fatos históricos após a referida data não poderiam ser utilizados nos argumentos dos grupos. Os grupos tiveram três semanas para elaborarem os argumentos para a corte histórica. Durante os encontros os grupos se reuniam para elaborar e discutir os argumentos com o auxílio das colaboradoras e coordenadora do curso.

A realização da corte histórica iniciou com a apresentação dos argumentos pelos advogados representantes do grupo de acusação. Em seguida, os advogados representantes do grupo de defesa apresentaram seus argumentos. Logo após, houve uma pausa para que os dois grupos se reunissem e formulassem os argumentos de refutação, para o momento de realização da réplica. Após a realização da réplica, iniciou-se a tréplica, a qual todos poderiam participar (não somente os advogados representantes dos grupos). Ao final, um advogado de cada grupo apresentou uma síntese dos principais argumentos utilizados na corte histórica<sup>18</sup>.

Os argumentos elaborados na corte histórica foram analisados pelas colaboradoras e coordenadora, com base nos critérios evidência e justificativa. As justificativas e evidências foram julgadas como fortes ou fracas, e foi levado também em consideração se o contexto histórico apresentado foi relevante ou irrelevante para a argumentação, bem como as inferências feitas pelos grupos ao coordenar as afirmativas com as justificativas. A coordenadora enfatizou que objetivo da atividade não era simplesmente apresentar o grupo ganhador ou perdedor da corte, mas perceber a relevância desse processo de se trabalhar de forma articulada com NC, história da ciência e argumentação, destacando o potencial da atividade para desenvolvimento das habilidades argumentativas dos licenciandos. A

---

<sup>17</sup> A cerimônia de entrega do prêmio Nobel ocorreu em 2 de Junho de 1920, pois em 1918 foi decidido pelo Comitê de Química do Nobel que nenhuma das indicações do ano cumpriram os critérios descritos por Alfred Nobel. Sendo assim, o Prêmio Nobel em Química de 1918 foi anunciado em 13 de novembro de 1919.

<sup>18</sup> Para mais detalhes sobre as etapas da argumentação e análise dos argumentos, consultar o artigo *Discussion of the Controversy Concerning a Historical Event Among Pre-service Teachers* (Justi & Mendonça, 2016)

coordenadora apresentou o resultado da corte baseado na análise dos argumentos para que os licenciandos entendessem a lógica do julgamento.

- *Encontros 13 ao 16: Análise e estudo do caso contemporâneo*

A última atividade realizada na etapa de desenvolvimento dos conhecimentos de NC foi o estudo do caso contemporâneo, que envolveu a realização de um júri simulado. Nesse júri os licenciandos avaliaram se o governo deveria liberar verba para a realização de pesquisas com alimentos transgênicos. Para a realização do júri, os licenciandos foram separados em três grupos: um a favor do financiamento (grupo do agronegócio), outro contra (grupo do Greenpeace) e um grupo que representou os deputados, os quais analisariam os argumentos dos demais grupos e votariam a favor ou contra o financiamento das pesquisas com alimentos transgênicos pelo governo. Os licenciandos tiveram três semanas para discutir sobre o tema (alimentos transgênicos) e elaborar os argumentos, tendo o auxílio dos textos disponibilizados e das colaboradoras e coordenadora do curso de formação.

No dia da realização do júri, a reunião iniciou com um lanche para os licenciandos e junto aos alimentos estavam seus respectivos rótulos. Alguns desses rótulos informavam se o alimento era transgênico. É importante ressaltar que os licenciandos desconheciam o objetivo do lanche (discutir sobre o consumo de alimentos transgênicos, e se as pessoas têm o costume de observar os rótulos para escolher qual alimento irão consumir), que seria utilizado para uma discussão posterior ao júri. Após o lanche, iniciou-se o júri simulado com a apresentação dos argumentos pelo representante do grupo Greenpeace. Em seguida, o representante do grupo do agronegócio apresentou os argumentos. Depois da primeira exposição dos argumentos, os grupos se reuniram para elaborarem os argumentos para a réplica. Passado o intervalo, o grupo do Greenpeace e do agronegócio expuseram seus argumentos. Logo após, os licenciandos que representavam os deputados se reuniram para discutir baseando-se nos argumentos apresentados. Passado o tempo de discussão entre os deputados, iniciou-se a votação individual dos mesmos, que foi realizada de forma aberta aos demais. Ao final da votação ficou decidido que o governo não deveria financiar pesquisas sobre os alimentos transgênicos, pois os argumentos do grupo do agronegócio não foram convincentes. No entanto, na discussão final, percebemos que o posicionamento de todo o grupo era distinto ao resultado do júri, pois segundo eles, ainda há pouco

conhecimento sobre o tema, sendo necessário explorá-lo melhor. Também foi realizado o debate sobre o lanche, com o intuito de pensar se o fato de termos tomado conhecimento sobre os alimentos transgênicos influenciava a tomada de decisão pessoal.

É importante ressaltar que no encontro 12, a coordenadora do curso pediu aos licenciandos que elaborassem um texto, no qual eles deveriam refletir especificamente sobre o que é ciência, a partir das atividades que já haviam sido realizadas (apresentação dos kits históricos e corte histórica).

No encontro 15, a equipe realizou discussões sobre NC e ensino de ciências, a partir da leitura dos artigos *Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science* (Allchin, 2011) e *Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science* (Lederman et al., 2002)<sup>19</sup>. A escolha dos textos se deveu ao fato de possuírem abordagens NC de formas distintas e aos possíveis relacionamentos com os casos já trabalhados no curso. Este foi o primeiro momento do curso em que ocorreu sistematização sobre o conhecimento sobre natureza da ciência por parte da coordenadora/colaboradora.

- *Encontro 17: Apresentação do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências – MoCEC*

Esse encontro foi destinado a realização de uma palestra pela pesquisadora colaboradora do curso, com o intuito de apresentar aos licenciandos a proposta de ensino de ciências que seria trabalhada na próxima etapa, que os auxiliaria a discutir sobre ciência de forma explícita em sala de aula. A palestra iniciou com a apresentação e discussão das diversas visões sobre NC presentes na literatura e suas abordagens no ensino de ciências. E, em seguida, a pesquisadora apresentou o Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências – MoCEC (Justi & Erduran, 2015), que considera a importância de várias áreas da ciência para uma caracterização mais ampla da mesma. Foi apresentada também a representação visual do modelo, que favorece a visualização das principais ideias que o constituem. Para mais detalhes sobre o modelo, consultar Justi e Erduran (2015).

---

<sup>19</sup> Ambos foram traduzidos para a língua portuguesa pela profa. Rosária Justi (colaboradora do projeto).

### *ETAPA II: ELABORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DOS PLANEJAMENTOS*

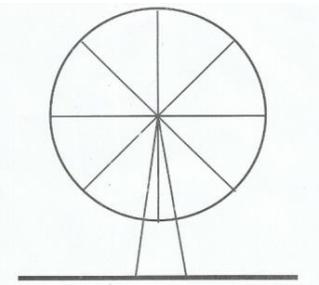
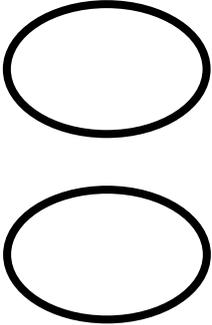
Na etapa de elaboração e desenvolvimento dos planejamentos, que aconteceu no período de março a junho de 2014, os licenciandos foram reunidos em quatro grupos, e cada grupo realizou intervenções em uma turma de ensino médio nas aulas de química. Os grupos foram distribuídos em três escolas: um grupo em uma escola localizada em Ouro Preto-MG, dois grupos em uma escola localizada em Mariana-MG e um grupo em uma escola localizada em um distrito de Mariana-MG. Os licenciandos tiveram que elaborar planos de aula sobre conteúdos químicos articulando-os com NC e, para tal, contaram com apoio da coordenadora e colaboradora do curso. Os temas dos planos de aula foram escolhidos a partir da sequência de conteúdos que estavam sendo trabalhados pelo supervisor em sala de aula, pois o objetivo era não desvincular NC dos conteúdos curriculares. Os temas abordados foram modelo cinético-molecular; modelos atômicos (Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr) e reações de oxirredução.

Durante o desenvolvimento dos planos de aula nas escolas, os licenciandos relatavam suas intervenções nas reuniões, suas dificuldades e desafios a serem enfrentados, de modo que a equipe pudesse contribuir para a melhoria do trabalho. É necessário destacar que a realização desta etapa foi importante para que os licenciandos tivessem o primeiro contato com o planejamento de atividades que relacionassem o conteúdo químico e NC.

### *ETAPA III: ELABORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS*

Nessa etapa, que iniciou em junho e se estendeu até dezembro de 2014, os licenciandos elaboraram e desenvolveram sequências didáticas nas escolas. As sequências didáticas se diferenciaram dos planos de aulas, pois abrangeram um número maior de aulas, nas quais foram desenvolvidas várias atividades, de modo a contemplar todo desenvolvimento de um determinado conteúdo. Da mesma forma que os planejamentos, os temas das sequências didáticas foram escolhidos baseando-se no cronograma do professor supervisor. Além disso, as sequências didáticas foram elaboradas baseando-se na proposta Science Eye (Justi & Erduran, 2015) e deveriam ser baseadas no ensino de química fundamentado em modelagem e argumentação (Mendonça & Justi, 2013; 2014).

Para relacionar as sequências didáticas com a proposta Science Eye, isto é, especificar em qual(is) área(s) da ciência poderiam ser alocados os aspectos sobre ciência identificados nas atividades elaboradas, os licenciandos utilizaram uma representação para auxiliá-los (quadro 3).

<p style="text-align: center;"><b>SCIENCE EYE NA INTERVENÇÃO PLANEJADA</b></p> <p>Acrescente capsulas correspondentes a todas as abordagens sobre ciências que permearão a proposta.</p> <div style="text-align: center;"></div>
<p style="text-align: center;"><b>ASPECTOS ENFATIZADOS EM CADA ABORDAGEM</b></p> <p>Repita as cápsulas acrescentadas no desenho acima e, em cada uma delas, coloque quantos bonequinhos forem necessários para representar as visões e/ou aspectos presentes em cada abordagem. Identifique o que cada bonequinho significa.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"><div style="text-align: center;"></div><div style="text-align: center;"></div></div>

**Quadro 3.** Instrução para relacionar a sequência didática e o modelo Science Eye.

Os temas das sequências didáticas foram: (I) Ligações iônicas por modelagem com foco no ensino explícito de argumentação e natureza da ciência; (II) Interações intermoleculares com foco no ensino explícito de argumentação e natureza da ciência; (III) Aspectos qualitativos de equilíbrio químico com foco na história da ciência e com o uso de jogo didático para trabalhar com natureza da ciência; e IV) Discussão de uma questão sóciocientífica (pesquisas e o uso de alimentos transgênicos) e suas relações com natureza da ciência na tomada de decisões.

Assim como aconteceu na etapa II, durante a elaboração e desenvolvimento das sequências didáticas, os licenciandos tiveram apoio de toda equipe do curso de formação inicial para elaboração das mesmas. Também como no caso anterior, durante o desenvolvimento da sequência didática nas escolas ocorreram momentos de socialização com todo o grupo para análise e reflexão do que foi vivenciado nas escolas frente ao planejado.

### **3.2.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA**

A equipe do Pibid era composta por 16 alunos de licenciatura em química, uma coordenadora (professora da licenciatura), três supervisores (professores de química da rede pública) e três colaboradoras (uma pesquisadora e duas alunas de mestrado). A equipe do Pibid era bastante heterogênea, pois os licenciandos participantes cursavam diferentes períodos do curso de licenciatura em Química, portanto possuíam conhecimentos diversificados sobre química e ensino de química. Os licenciandos não possuíam experiência docente, com exceção dos que já haviam realizado estágio supervisionado (6º ao 8º período do curso de licenciatura, aproximadamente metade dos licenciandos), e não haviam elaborado portfólios na licenciatura.

O tema central do curso de formação – Natureza da Ciência e Ensino de Ciências – era abordado também no 5º período da licenciatura, na disciplina Prática de Ensino de Química I (60 horas, 04 créditos), ministrada pela profa. Paula Mendonça (coordenadora do Pibid). Isso indica que metade dos licenciandos possuíam familiaridade com o tema. No entanto, a proposta do Pibid se diferenciava da disciplina. As aulas da referida disciplina, na época cursada pelos licenciandos, baseavam-se na leitura e discussão de textos relacionados ao tema e análise de planejamentos e monografias para refletir sobre como inserir aspectos de

NC nas aulas de química, porém sem possibilidade de desenvolvimento de atividades no cenário escolar real. No curso de formação inicial os licenciandos tiveram a oportunidade de pensar sobre ciência a partir do estudo e análise de casos (históricos e contemporâneos), o que não ocorria na disciplina, pois era baseada na explicitação das visões deformadas e consensuais da ciência de forma descontextualizada. Além disso, o tempo para discussão do tema era muito diferente na disciplina e no curso, uma vez que na disciplina outros temas sobre ensino de química eram abordados, enquanto que no curso isto ocorreu durante três semestres.

O quadro 4 apresenta os nomes fictícios dados aos licenciandos (de forma a preservar a identidade dos mesmos) participantes do Pibid (incluindo os que não permaneceram do início ao fim do curso) e o número de texto presentes no portfólio elaborado pelos mesmos separados por etapas do curso.

<i>Licenciandos</i>	<i>Desenvolvimento dos conhecimentos sobre NC</i>	<i>Elaboração e desenvolvimento dos Planejamentos</i>	<i>Elaboração e desenvolvimento das sequências didáticas</i>	<i>Número total de textos presentes no portfólio</i>
Bianca	14	09	04	27
Jéssica	10	06	03	19
Paula	11	03	--	14
Bruno	09	01	02	12
Isabela	13	--	--	13
Sabrina	04	09	02	15
Sandra	11	11	04	26
Mirela	07	09	04	20
Larissa	14	--	--	14
João	02	06	--	08
Jéssica	--	--	03	03
Maria	12	09	05	26
Cristina	--	--	06	06
Cláudia	12	05	--	17
Leandro	10	03	--	13
Eduardo	11	08	02	21
Roger	04	09	04	17
Aline	14	03	02	19
Fernanda	11	05	02	18
Olívia	12	11	05	28
Helena	13	04	02	19

Legenda: -- o licenciando não elaborou texto para o portfólio.

**Quadro 4.** Número de textos presentes no portfólio elaborado pelos licenciandos participantes do Pibid por etapa do curso.

Para a seleção da amostra foram utilizados os seguintes critérios:

- 1) Os licenciandos que participaram de toda a etapa de desenvolvimento dos conhecimentos de NC (etapa I do curso de formação inicial).
- 2) Os licenciandos que realizaram reflexões sobre o processo de aprendizagem de NC propiciado pelo curso de formação (isto é, apresentaram textos menos descritivos dos encontros e com mais elementos pessoais de reflexão sobre as atividades vivenciadas no curso e o entendimento de NC).

De acordo com o primeiro critério, foram selecionados 16 licenciandos para análise do portfólio. Para sermos coerentes com o segundo critério, realizamos a leitura de todos os textos presentes no portfólio elaborado pelos licenciandos selecionados de acordo com o primeiro critério, e analisamos quais dos licenciandos realizaram mais reflexões sobre o processo de aprendizagem de NC, destacando aspectos de NC que puderam ser compreendidos pelo processo vivenciado. Dessa forma, foram selecionados três licenciandas – Bianca, Aline e Olívia. No entanto, para a dissertação analisamos somente o portfólio da Bianca. Isso ocorreu ao concluirmos que era necessário que o licenciando tivesse realizado reflexões sobre NC em uma sequência de textos do portfólio, de modo que pudéssemos não somente conhecer os aspectos de NC elencados por ele, mas sua compreensão de NC a partir das reflexões realizadas em contextos diferentes. Além disso, buscamos compreender o desenvolvimento dos conhecimentos dos licenciandos sobre NC, o que é possível somente através da análise de uma sequência de textos do portfólio que nos forneçam evidências desse desenvolvimento. Nesse sentido, apesar dos portfólios das licenciandas Aline e Olívia apresentarem reflexões relevantes de diferentes tipos, não é possível fazer análise de desenvolvimento do tema, visto que as licenciandas realizaram reflexões sobre NC em alguns dos textos do portfólio. Por exemplo, em vários dos textos da licencianda Aline foi comum encontrar reflexões sobre como ensinar ciências a partir do que era discutido na etapa I do curso, o que não se configura como foco da análise aqui apresentada.

A licencianda selecionada para análise – Bianca – ao ingressar no curso de formação cursava o 4º período da Licenciatura em Química, ou seja, não tinha tido contato prévio formal com o tema NC na disciplina Prática de Ensino de Química e não havia realizado estágio supervisionado. É importante destacar que a licencianda declarou desde o início do curso

que tinha muito interesse pelo estudo de história da ciência. Assim, a participante selecionada tinha bastante interesse pessoal pelo tema central do curso de formação, o que pode justificar seu engajamento nas atividades desenvolvidas.

É importante destacar que, os assuntos presentes nos textos do portfólio dos licenciandos eram os que eles julgavam ser pertinentes, pois não houve instruções da coordenadora sobre qual assunto específico os licenciandos deveriam refletir nos textos (com exceção do texto referente ao dia 20/12/2013, em que foi solicitado que se falasse sobre o entendimento sobre ciência a partir da vivência no curso). De modo que, apesar do tema NC estar presente nas discussões realizadas durante as reuniões presenciais e nas atividades realizadas ao longo do curso, não implicava que o licenciando iria refletir sobre NC no portfólio. Isso justifica-se pelo fato das reflexões presentes em muitos dos textos do portfólio analisados na etapa da seleção da amostra serem de diversos tipos (por exemplo, sobre como ensinar ciências na escola).

### **3.2.4 COLETA DE DADOS**

O curso de formação teve início no dia 09 agosto de 2013 e finalizou no dia 05 de dezembro de 2014. Nesse período a equipe do Pibid-Química realizou encontros presenciais semanalmente. Os encontros eram realizados às sextas-feiras, em uma sala de reuniões da universidade e tinham a duração de três horas. Todos os encontros foram filmados pelas alunas de mestrado colaboradoras do projeto, que utilizaram duas filmadoras. Os licenciandos iniciaram a elaboração semanal de textos para o portfólio a partir do dia 11 de outubro de 2013. A escolha dessa data foi devido ao fato de que, a partir desse momento, os licenciandos iniciaram a realização de atividades mais relacionadas ao tema NC, objetivo principal do curso de formação.

Outros métodos de coletas de dados foram utilizados durante a realização do curso (questionários, planejamentos e sequências didáticas produzidas pelos licenciandos), de forma a registrar e acompanhar de diversas maneiras as atividades realizadas no Pibid-Química, devido à realização de duas pesquisas pelas alunas de mestrado colaboradoras do projeto. No entanto, como nosso objetivo é analisar as visões de NC dos licenciandos a partir

de suas reflexões ao longo dos encontros e o processo de desenvolvimento desses conhecimentos, escolhemos o portfólio como instrumento de coleta de dados. Outro ponto importante para a escolha do portfólio foi a inexistência de pesquisas sobre o curso que estivessem utilizando esse instrumento de avaliação como método de coleta de dados na perspectiva aqui proposta<sup>20</sup>.

O portfólio foi escolhido para ser analisado por ser um instrumento de coleta de dados aberto, que poderia nos possibilitar compreender mais completamente os pensamentos da licencianda sobre o que é ciência (comparativamente a outros instrumentos, como por exemplo, questionários estruturados, em que as questões são mais dirigidas ou descontextualizadas) (Allchin, 2011). Apesar do portfólio ser o nosso principal instrumento de coleta de dados, o registro em vídeo serviu como subsídio na análise dos textos do portfólios, de modo a possibilitar a compreensão, de forma geral, dos momentos vivenciados pelos licenciandos no curso de formação, a retomada das situações, sempre que foi necessário consultar, e as intencionalidades de cada atividade, assim como os aspectos de NC (e outros) que foram discutidos a partir das atividades.

Como os licenciandos não haviam elaborado portfólios durante o curso de Licenciatura em Química, a coordenadora do curso de formação os entregou orientações de como deveriam proceder para elaborar os textos semanais que fariam parte do portfólio (anexo I). O portfólio constituía-se da elaboração de textos, que segundo as orientações da coordenadora, deveriam ter aspectos descritivos e reflexivos. Quanto ao primeiro, o texto deveria conter os aspectos mais relevantes que foram discutidos ou apresentados nos encontros presenciais (realizados semanalmente), os encontros com os grupos de trabalhos e/ou os momentos de leitura individual. Quanto ao segundo, a coordenadora enfatizou a relevância de portfólios como textos de reflexões e apreciações críticas sobre os trabalhos realizados ao longo do curso. Os licenciandos também foram orientados quanto ao formato dos textos do portfólio (cabeçalho, contendo nome, o tema geral das atividades realizadas,

---

<sup>20</sup> As pesquisas que estavam sendo realizadas pelas alunas de mestrado colaboradoras do projeto não utilizaram os textos do portfólio da etapa 1 do curso na análise. As dissertações citadas são: Análise de conhecimentos e habilidades sobre natureza da ciência de professores de química em formação inicial durante participação em um grupo colaborativo (Silva, 2016); e Ensino Explícito e Integrado de Natureza da Ciência e Argumentação em um contexto Sociocientífico para Estudantes de Química do Ensino Médio (Martins, 2016).

data, encontro  $x$ , onde  $x$  é o número do encontro, sendo que, o primeiro encontro o qual o portfólio começou a ser elaborado foi em 11/10/2013). Os licenciandos também foram informados que os textos para o portfólio deveriam ser elaborado de forma livre, em termos de extensão, aspectos que julgavam pertinentes etc. É importante destacar que a coordenadora não solicitou como instrução geral aos licenciandos que o foco das reflexões fosse NC (com exceção ao texto referente ao encontro do dia 20/12/2013), ou seja, deixou isto em aberto, pois caso o tema os chamasse atenção poderia ser destacado no portfólio. Todavia, é válido ressaltar que todos os encontros e atividades do curso de formação tiveram algum tipo de relação com NC.

Os textos do portfólio deviam ser enviados para o endereço eletrônico do curso de formação, sempre com o prazo de uma semana após a ocorrência de um encontro, salvo exceção em que a coordenadora pediu para que fosse feito um texto único relativo as atividades da apresentação dos kits históricos. A coordenadora e as colaboradoras tinham acesso ao endereço eletrônico para que as mesmas conferissem os envios dos textos do portfólio e realizassem a leitura dos mesmos. Periodicamente, a coordenadora fornecia um retorno sobre os textos do portfólio, esclarecendo possíveis dúvidas, lembrando os objetivos do portfólio e a importância da reflexão sobre as atividades realizadas. Os textos foram arquivados em pastas criadas para cada licenciando e armazenados em um HD externo por uma das alunas de mestrado colaboradora do projeto.

Em consonância com os princípios da ética na pesquisa, os licenciandos foram informados, logo no início do curso, que os encontros e as atividades realizadas no projeto seriam utilizados em pesquisas. Eles assinaram Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, autorizando o registro e utilização dos dados. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa em educação da Universidade Federal de Minas Gerais.

### **3.2.5 ANÁLISE DE DADOS**

Inicialmente assisti aos vídeos de todas as reuniões do curso de formação inicial (aproximadamente 110 horas) e elaborei uma descrição detalhada do mesmo. Além disso, assistir aos vídeos foi um ponto de partida importante, pois proporcionou um contato da

pesquisadora com o curso sob outro olhar, isto é, agora como pesquisadora e não como participante do grupo.

Posteriormente, a partir dos critérios de seleção, foi realizada a leitura geral de todos os textos do portfólio da Bianca. Em seguida, identificamos e selecionamos os textos em que a Bianca refletia explicitamente sobre o processo de aprendizagem de NC. De modo que, ao identificar os aspectos de NC presentes nos textos do portfólio, nos preocupamos em verificar se esses não eram apenas explicitados de forma declarativa. Buscamos analisar se os aspectos de NC eram *exemplificados* ou *justificados*, pois identificamos diferenças no modo como a licenciada os destacou. Consideramos como *exemplo* os momentos nos quais a Bianca somente citou uma história que havia sido estudada para fazer menção aquilo que caracterizava como sendo NC, sem mais esclarecimentos sobre sua compreensão do aspecto de NC em questão e a história. O trecho a seguir ilustra quando isso ocorreu.

*“Entre estes aspectos, destaca-se o fato de que, ao contrário do que se supõe, cientistas não são pessoas de inteligência surreal, que propõem sempre verdades, sendo estas últimas conclusões que foram construídas livres de erros e tentativas frustradas. A história do cientista Diesel, por exemplo, serve para que paradigmas como estes sejam invalidados”. [Texto 3: Encontro 25/10/2013]*

Nesse trecho podemos dizer que Bianca pensa que a ciência não é linear, e em sua própria escrita, ela cita a história do cientista Diesel como exemplo, sem esclarecer em qual ponto específico da história podemos visualizar tal aspecto de NC ou como ela chegou a conclusão sobre ele pelo contexto estudado.

Ainda sobre a análise da aprendizagem de NC, consideramos que Bianca *justificou* sua afirmativa quando apresentou mais esclarecimentos sobre o que pensou sobre ciência e o texto histórico, como mostra o trecho a seguir.

*“A história de Haber também nos faz atentar para o fato de que o conhecimento não é produzido de forma linear, direta e livre de obstáculos. Muitas vezes os cientistas encontram diversas dificuldades durante seus estudos, como foi o caso de Haber. Alguns aspectos como o fato da síntese da amônia ser estudada por outros cientistas, mas sem grande êxito, além da aparente inviabilidade desta síntese contribuíram grandemente para que Haber às vezes se sentisse desmotivado e desanimado. Haber demorou alguns anos a chegar a algum resultado satisfatório, o que evidencia a presença de grandes complicações encontradas durante seus estudos”. [Texto 7: Encontro 29/11/2013]*

Nesse trecho podemos inferir que Bianca pensa que a ciência não é linear, mas diferentemente do exemplo anterior, a licencianda justificou claramente sua afirmativa, ao apresentar elementos da história do cientista Fritz Haber que esclarecessem sua compreensão do aspecto de NC.

Foram criadas categorias de análise para que pudéssemos identificar e apresentar os conhecimentos sobre NC desenvolvidos por Bianca ao longo da sua participação no curso de formação inicial. Para categorizar os aspectos de NC buscamos, a partir do modelo Science Eye, visualizar a ciência de forma mais abrangente, ao pensar que cada grande área da ciência nos permite compreender a própria ciência por diferentes perspectivas (Justi & Erduran, 2015). Além disso, de acordo com a perspectiva de Allchin et al. (2014), as categorias foram criadas a partir da análise das reflexões da Bianca, que se originaram dos diferentes contextos vivenciados por ela. Não tivemos como objetivo de análise criar uma lista de caracterização da ciência e buscá-la nos dados, visto que de acordo com a proposta de Smith e Scharman (1999), não é possível criar categorias que abrangem plenamente o que é ciência. Desse modo, os aspectos de NC que identificamos devem ser compreendidos a partir dos contextos que emergiram.

Para melhor compreensão das categorias propostas, apresentamos trechos retirados dos textos do portfólio da Bianca. Na citação a seguir, a licencianda escreveu sobre a apresentação dos kits históricos.

*“Ao refletir sobre os casos históricos apresentados foi possível perceber que a ciência está fortemente vinculada a fatores econômicos, sociais, políticos, ideológicos, religiosos etc”. [Texto 4: Encontro 01 e 08/10/2013]*

A partir da reflexão da Bianca, identificamos o aspecto de NC e o categorizamos como sendo: **a ciência é contextualizada**, ou seja, a ciência é influenciada pelo contexto social, político, religioso, ideológico, econômico etc. Esse aspecto de NC foi denominado dessa forma mais geral, pelo fato da Bianca apresentar em vários momentos os diferentes contextos pelos quais a ciência é influenciada. De forma que, ao dizer que a ciência é contextualizada, englobamos todos os contextos os quais podem influenciar ou serem influenciados pela ciência.

No próximo trecho apresentamos a categorização do aspecto de NC **a produção do conhecimento científico ocorre de maneira colaborativa**, pois de acordo com a reflexão da Bianca, o cientista Joliot não trabalhou sozinho. Nesse trecho a Bianca menciona a história de Joliot como exemplo do aspecto de NC destacado por ela.

“Ao abordar a história de Joliot destacou-se também o fato de que os cientistas não trabalham sozinhos, mas antes, contam com um pequeno ou grande espectro de colaboradores”. [Texto 3: Encontro 25/10/2013]

A Bianca apresentou no trecho a seguir a visão de que **o conhecimento científico é provisório**. A licencianda foi capaz de distinguir quando alguns conhecimentos científicos já estão consolidados e enquanto outros estão em construção.

“Neste sentido, podemos dizer que o tópico “alimentos transgênicos” ainda é uma caixa aberta, isto é, o conhecimento científico acerca deste tema ainda se encontra em construção, já que não existe nenhuma informação concreta e formalizada sobre isto, que nos permita emitir uma opinião a respeito deste assunto. Podemos dizer que, ao contrário da lei da gravidade ou do eletromagnetismo, por exemplo, os conhecimentos acerca dos alimentos transgênicos ainda não se tornaram uma caixa-preta, ou seja, ainda não foram consolidados”. [Texto 11: Encontro 31/01/2014]

Para analisar como o portfólio nos informou sobre a aprendizagem de NC da licencianda, buscamos observar se Bianca realizou reflexões sobre o tema nos textos do portfólio, e se ele possibilitou a realização de autoavaliação, metacognição e metarreflexão. Dessa forma, podemos investigar se o portfólio possibilita avaliar não somente o conhecimento sobre ciência da licencianda, mas mostrar os momentos em que ela realizou tomada de consciência e posicionamento sobre o próprio conhecimento (Villas Boas, 2005).

Consideramos como *metarreflexão*, os momentos em que a licencianda pensou sobre suas reflexões sobre ciência. Por exemplo, no trecho a seguir a licencianda pensou como ela nunca havia refletido sobre as características da ciência.

“Ainda que meu contato com o meio científico fosse grande por fazer um curso de graduação na área de Ciências Exatas, eu nunca havia refletido sobre os fatores que inferem no modo como a ciência é produzida e como se deu a produção do conhecimento científico ao longo do tempo” [Texto 9 - Encontro 20/12/2013].

Consideramos como *autoavaliação*, os momentos em que a licencianda avaliou seu conhecimento, reconhecendo possíveis incoerências ou limitações no seu modo de

compreender a ciência e os saberes previamente aprendidos. Por exemplo, no trecho a seguir a licencianda realizou autoavaliação, ao reconhecer como sua visão sobre ciência era limitada e como havia sido ampliada pela vivência no curso.

*“Ao longo de todo o processo vivenciado no PIBID, foi possível aprender muito sobre a natureza do conhecimento científico. Se antes eu possuía uma visão limitada sobre ciência, agora esta foi ampliada em virtude das discussões e atividades realizadas”.*  
[Texto 9 - Encontro 20/12/2013]

Consideramos como *metacognição*, os momentos em que a licencianda tomou conhecimento do seu próprio conhecimento, pensando sobre o seu próprio pensamento. Por exemplo, no trecho a seguir a licencianda reconheceu qual era a sua visão sobre ciência, ou seja, teve consciência do seu conhecimento.

*“Estudar sobre a história e a natureza da ciência tem sido algo muito prazeroso. No decorrer dos trabalhos realizados minha visão sobre o que é ciência pode ser ampliada e talvez minha experiência pessoal seja o melhor exemplo que eu tenha de que estudar a história da ciência contribui para torná-la mais humana. Além disso, pude perceber que eu possuía uma visão de ciência muito idealizada e minimalista em relação a como ela é de verdade. A ciência com todas as suas variáveis, fatores e complexidade vai muito além de tudo o que eu pensava sobre ela. Contudo, a tomada de consciência de toda essa complexidade só fez aumentar o apreço que sempre tive por esta forma de produzir conhecimento.”* [Texto 8: Encontro 06/12/2013]

Nesse mesmo trecho do portfólio 8, a licencianda também realizou autoavaliação, pois ela reconheceu incoerências no seu modo de pensar sobre ciência e como sua visão sobre ciência havia sido ampliada. Segundo Ribeiro (2003), a metacognição também diz respeito “à avaliação, à regulação e à organização dos próprios processos cognitivos”. Nesse sentido, podemos afirmar que existe uma relação entre metacognição e autoavaliação.

Na apresentação dos resultados, os textos do portfólio selecionados foram enumerados e identificados pelas datas das reuniões como mostra a figura 2, que também apresenta as atividades realizadas nos encontros presenciais e que são relatadas pela licencianda no portfólio. Esses são apresentados na íntegra. Isso é importante para compreendermos os contextos nos quais os aspectos de NC emergiram, o que não ocorreria se optássemos por apresentar recortes dos textos.

Na discussão dos resultados, apresentamos um quadro que destaca os aspectos de NC por nós elencados a partir da análise do portfólio da Bianca na etapa I nos diferentes casos

(históricos e contemporâneo), para que possamos ter uma ideia geral dos mesmos e suas relações com os contextos. Para os três aspectos de NC ressaltados com mais frequência foram elaborados diagramas. As cores utilizadas para fazer menção aos textos do portfólio representados nos diagramas nos mostram em quais deles a Bianca destacou o aspecto de NC em questão e em quais ela apresentou uma justificativa ou exemplo. Isto nos permite ter uma visão geral sobre os momentos em que a Bianca realizou reflexões sobre tais aspectos, e se ao longo do curso a Bianca foi capaz de apresentar justificativas e exemplos para um mesmo aspecto de NC, a partir das diferentes atividades realizadas. Dessa forma, acreditamos que os diagramas e a discussão dos mesmos favorecem a identificação do desenvolvimento do conhecimento de NC da Bianca, bem como as situações que favoreceram esse desenvolvimento.

Foi realizada a triangulação dos dados entre eu e a orientadora dessa pesquisa, ao buscar um consenso sobre as categorias criadas ao analisar os textos do portfólio com objetivo de garantir validade da análise da pesquisa.

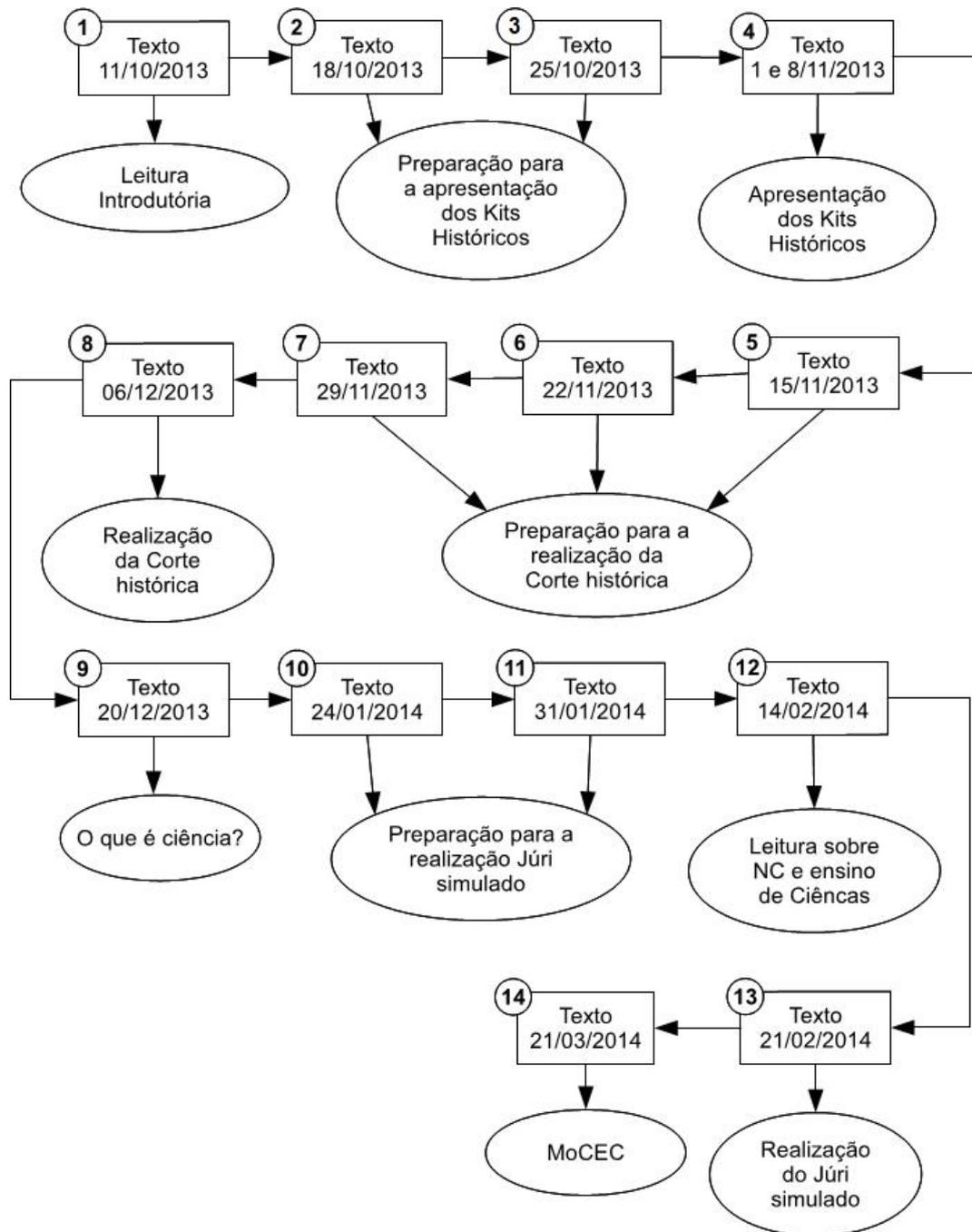


Figura 2. Textos do portfólio enumerados, identificados pelas datas e atividades realizadas nos encontros presenciais do curso de formação.

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, apresentamos a análise dos textos do portfólio da licencianda Bianca e a discussão dos resultados. Como mencionado anteriormente (na “Análise de dados”), os textos selecionados estão apresentados na íntegra. Esses estão enumerados e identificados pelas datas das reuniões que fazem referência.

### **4.1 ANÁLISE DO PORTFÓLIO DA LICENCIANDA BIANCA**

Na etapa de desenvolvimento dos conhecimentos de NC, foram realizados três estudos de casos. O primeiro foi a apresentação dos kits históricos. De modo que, os próximos dois textos do portfólio são referentes à preparação para essa atividade.

#### **Texto 2 – Encontro 18/10/2013**

Nesse texto (apresentado no quadro 5) a licencianda fez menção ao questionário aplicado pela coordenadora (para avaliar os conhecimentos prévios dos licenciandos sobre NC<sup>21</sup>) e apresentou aspectos centrais dos textos que compunham o kit histórico selecionado para o seu grupo. As histórias presentes no kit da Bianca eram sobre os cientistas: Karl Friedrich Mohr, Louis Pasteur, Rudolf Christian Karl Diesel e Jean Frédéric Joliot-Curie.

---

<sup>21</sup> O questionário aplicado fazia parte da coleta de dados da pesquisa de mestrado de uma das colaboradoras do curso de formação.

Na primeira parte deste encontro, responderam-se as perguntas do questionário aplicado pela orientadora. Na segunda parte do encontro, realizou-se uma discussão em grupo sobre os seguintes textos: Karl Friedrich Mohr: Protagonista, Não Coadjuvante de Robson Fernandes de Farias; Capítulos 3 e 4 de A Esperança de Pandora: Ensaio Sobre a Realidade dos Textos Científicos, de Bruno Latour; Capítulo 3 do livro Ciência em Ação: Como Seguir Cientistas e Engenheiros Sociedade Afora, de Bruno Latour.

O objetivo das discussões era encontrar um modo interessante de contar a história dos cientistas Joliot, Diesel, Pasteur e Mohr que são os cientistas referenciados nos textos lidos. Para isso, buscou-se primeiramente sintetizar as principais ideias de cada um dos textos.

No texto de Robson Fernandes discorre-se de modo objetivo sobre a história do cientista Mohr e sobre suas contribuições para a química. Estas foram inúmeras, em especial, para química analítica. Alguns fatores fizeram com que alguns trabalhos e descobertas de Mohr fossem esquecidos ou até mesmo atribuídos a outros cientistas. O fato da história da química ser pouco estudada faz com que cientistas como Mohr, que foram tão importantes para o desenvolvimento da ciência, sejam pouco ou nunca lembrados.

Os capítulos 3 e 4 do livro A Esperança de Pandora, de Bruno Latour, abordam sobre a história dos cientistas Joliot e Pasteur. O autor conta a história destes cientistas não meramente para expor o contexto social, político e histórico que vivenciaram, mas sim, para averiguar como estes fatores influenciam no desenvolvimento da ciência. O autor também enfatiza que ciência não é uma via de mão única, isto é, não se constitui pelo trabalho de apenas uma pessoa. Ao contrário, há uma diversidade de pessoas e interesses distintos que se cruzam, buscando atingir objetivos diferentes, mas que resultam na produção do conhecimento científico.

O capítulo 3 do livro Ciência em Ação, também de Bruno Latour, trata da história do cientista Diesel. Neste texto, evidencia-se o fato de que, apesar de ter dado certa contribuição para a elaboração e construção do motor que leva seu nome (Motor a Diesel), Diesel na verdade não é o único responsável pela produção deste. Contudo, o que o autor busca enfatizar neste capítulo é como entidades distintas como indústrias, cientistas, entre outros, podem se unir, cada um com seus objetivos, com a finalidade de produzir ciência. Ou ainda, como os cientistas conseguem aliados que lhe permitam divulgar seus trabalhos científicos e que lhe forneçam apoio, seja financeiro, intelectual, etc. A isto o autor denomina como translação de interesses. Esta translação de interesses, de certa forma, reforça a ideia que o autor expõe no livro A Esperança de Pandora, de que o cientista nunca trabalha sozinho.

Ponderando sobre todas as ideias retiradas dos textos, o grupo pensou numa forma de contar a história dos cientistas em questão, que fosse capaz de proporcionar a reflexão sobre o modo como a ciência é produzida. Desejava-se também expor como o trabalho dos

cientistas depende da cooperação de seus pares, bem como de fatores políticos e sociais. Além disso, o grupo desejava contrapor a visão equivocada que se tem sobre como se dão os processos de produção do conhecimento científico. Isto porque, como disse Robson Fernandes em seu texto: *“Uma vez que apenas os sucessos costumam ser lembrados tem-se a errônea ideia de que o caminho que leva ao conhecimento seja linear e progressivo e não tortuoso e com alguns retrocessos, como realmente se verifica”*.

A proposta do grupo para expor a história dos quatro cientistas e, ao mesmo tempo, expor de maneira indireta os aspectos anteriormente citados, foi a de fazer um teatro, onde cada componente do grupo fará o papel de um cientista. Estes estarão num cenário que simula o céu, discutindo entre si como cada um deu sua contribuição à ciência. Ao longo da semana, o grupo reuniu-se duas vezes para escrever o roteiro para o teatro.

**Quadro 5.** Texto 2 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 18/10/2013.

Nesse texto, a licencianda relatou inicialmente as primeiras atividades desenvolvidas no encontro presencial, destacando a discussão em grupo que tinha por objetivo pensar sobre a forma de apresentação dos textos presentes no kit histórico. Ao prosseguir, a licencianda mencionou a história do cientista Karl Friedrich Mohr (terceiro parágrafo), e escreveu que o cientista trouxe contribuições para a química, ressaltando que alguns cientistas podem ser esquecidos por não serem lembrados na história da ciência. É interessante destacar, que ao escrever que *“No texto de Robson Fernandes discorre-se de modo objetivo”*, entende-se que a licencianda se refere à abordagem internalista do texto (Porto, 2010), ou seja, o texto abordava apenas aspectos químicos relacionados à história de Mohr e não abrangia, por exemplo, o contexto histórico da época. Isso pode ter sido influência da leitura e discussão do texto *“História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de aproximação”* (M. S. Matthews, 1995), no qual a coordenadora enfatizou a relevância da abordagem externalista na nova historiografia da ciência<sup>22</sup>.

No quarto parágrafo, a licencianda citou as histórias dos cientistas Joliot e Pasteur como exemplo, ao ressaltar que a **ciência é contextualizada**, refletindo sobre o modo como o autor Bruno Latour abordou as histórias desses cientistas em seu livro *A Esperança de*

<sup>22</sup> Segundo Paulo Porto (Porto, 2010), a abordagem externalista da historiografia da ciência volta-se para a compreensão pontual e minuciosa de estudos de casos, de modo a buscar a especificidade de episódios e documentos. Dessa maneira, as ideias passam a ser contextualizadas, e as relações entre os casos estudados e contexto mais amplo da história da ciência adquirem novos significados que caracterizam melhor a complexidade do empreendimento científico ao longo da história.

Pandora (Latour, 2001). Ao prosseguir sua reflexão, a licencianda destacou que ***a produção do conhecimento científico ocorre de forma colaborativa***, ao escrever como diferentes pessoas estiveram envolvidas de distintas formas na produção da ciência, justificando dessa maneira o aspecto de NC destacado por ela.

No quinto parágrafo, ao refletir sobre o capítulo 3 do livro *Ciência em Ação* (Latour, 2000), a licencianda ressaltou novamente que ***a produção do conhecimento científico ocorre de forma colaborativa***. Ela justificou esse aspecto de NC ao escrever sobre a história do cientista Diesel, afirmando que ele não foi o único responsável pela construção do motor a diesel, e que diferentes entidades com objetivos diversos podem se unir para produzir ciência. Esse aspecto de NC está intimamente relacionado ao empreendimento científico envolvido na história do cientista Diesel relatado no capítulo do livro “A Esperança de Pandora” (Latour, 2001), o qual ela fez referência no final do parágrafo.

No penúltimo parágrafo, a licencianda escreveu sobre a discussão com o seu grupo, referente ao modo como eles contariam as histórias presentes no kit histórico que receberam, de forma que pudessem mostrar como a ciência é produzida. Podemos perceber que a licencianda fez menção a três características sobre ciência – ***a produção do conhecimento científico ocorre de forma colaborativa; a ciência é contextualizada; a ciência não é linear, ou seja, sua construção é um processo gradativo, no qual ocorrem imprevistos e “erros”***. É possível perceber que o grupo da licencianda teve a preocupação de desmistificar visões tidas como ingênuas relacionadas à ciência, como o pensamento de que a ciência ocorre de forma linear, isto é, pensou-se em destacar como é complexo o processo de produção da ciência. Os dois primeiros aspectos de NC destacados pela licencianda nesse parágrafo foram exemplificados e justificados anteriormente nesse texto, e o terceiro no foi justificado no próprio parágrafo, ao apresentar uma citação do texto do Robson Fernandes (Farias, 2008).

É importante ressaltar que os aspectos de NC destacados pela licencianda não estavam presentes nas fontes consultadas de forma explícita, ou seja, eles foram elencados a partir da reflexão da licencianda sobre suas leituras e pela discussão com o seu em grupo.

**Texto 3 - Encontro 25/10/2013**

Nesse texto (apresentado no quadro 6) a licencianda relatou as discussões realizadas com o seu grupo, sobre o teatro que estavam elaborando para apresentar os textos presentes no kit histórico. No relato, ela destaca os aspectos de NC que foi capaz de inferir a partir da análise das histórias dos cientistas envolvidos. Esse foi o último encontro presencial do grupo na reunião semanal, que antecedeu o encontro das apresentações dos textos históricos.

Neste encontro, os grupos se reuniram para trabalharem nas atividades a serem apresentadas dia 01/11. No grupo 2, foram debatidas ideias e ajustes foram feitos ao texto da peça teatral. Este foi avaliado pela orientadora e algumas sugestões foram feitas, sendo estas incorporadas ao texto.

A peça teatral tem como base os capítulos 3 e 4 do livro *A Esperança de Pandora*, de Bruno Latour e o capítulo 3 do livro *Ciência em Ação*, do mesmo autor. Utilizou-se como base também o texto de Robson Fernandes de Farias, que aborda sobre a história do cientista Karl Friedrich Mohr. A ideia central da peça teatral era relatar a história dos 4 cientistas: Mohr, Diesel, Pasteur e Joliot. A história destes cientistas deveria ser relatada de forma fidedigna e, ao mesmo tempo, aspectos inerentes a natureza da ciência deveriam ser propostos de maneira implícita. Entre estes aspectos, destaca-se o fato de que, ao contrário do que se supõe, cientistas não são pessoas de inteligência surreal, que propõem sempre verdades, sendo estas últimas conclusões que foram construídas livres de erros e tentativas frustradas. A história do cientista Diesel, por exemplo, serve para que paradigmas como estes sejam invalidados. O fato de que a ciência está fortemente vinculada a fatores de cunho político, social, econômico, religioso e filosófico também é enfatizado. A história do cientista Joliot é uma forma clara e objetiva de evidenciar esta ideia. Ao abordar a história de Joliot destacou-se também o fato de que os cientistas não trabalham sozinhos, mas antes, contam com um pequeno ou grande espectro de colaboradores. Ao relatar a história de Mohr, atentou-se para o fato de que muitas vezes determinados trabalhos e estudos científicos podem ter grande êxito, enquanto seu autor é pouco notado. Mohr contribuiu de forma inestimável para a ciência e, ainda assim, pouco se sabe a seu respeito. Outro fator destacado na peça teatral é o quão importante é o convencimento da comunidade científica ao tentar propor algo que é novo e avesso aos conceitos já bem consolidados na ciência, como fica evidenciado na história de Pasteur.

Um dos obstáculos encontrados ao abordar sobre os cientistas em questão foi o fato de se encontrar poucas referências fidedignas que relatem a história dos mesmos. Durante o processo de produção deste trabalho, houve dúvidas quanto ao desfecho de algumas histórias, como a de Joliot (se ele realmente conseguiu comprovar a possibilidade de se realizar a reação em cadeia) e a de Diesel (porque o motor construído foi batizado com seu nome ainda que ele não tenha contribuído de forma significativa para a produção do mesmo).

Durante a semana, foram realizados 2 encontros com o grupo, a fim de fazer ajustes no texto e ensaiar a peça teatral.

**Quadro 6.** Texto 3 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 25/10/2013.

No primeiro parágrafo, a licencianda escreveu de forma geral, as atividades desenvolvidas no encontro presencial. No segundo parágrafo, a licencianda destacou os textos que foram utilizados como base para a elaboração do teatro e relatou o objetivo da peça teatral. Nesse momento a licencianda afirmou que os “aspectos inerentes à natureza da ciência deveriam ser propostos de maneira implícita”, no entanto, a literatura (por exemplo, Allchin, 2013; Lederman et al., 2002) parece convergir com a concepção de que o ensino de NC deve ser explícito para que haja uma aprendizagem efetiva de NC. Esse entendimento da licencianda pode ter ocorrido porque, segundo orientações da coordenadora, para a realização da apresentação dos textos históricos os aspectos de NC deveriam aparecer de forma implícita, mas ao final das apresentações estes deveriam ser explicitados a todos envolvidos.

Ao destacar os aspectos de NC a serem trabalhados no teatro, ainda no segundo parágrafo, a licencianda ressaltou **a ciência é um empreendimento humano**, e que **a ciência não é linear**, e citou a história do cientista Diesel, como exemplo. Prosseguindo, a licencianda citou a história do cientista Joliot e a utilizou como exemplo, para destacar outros aspectos de NC, **a ciência é contextualizada e a produção do conhecimento científico ocorre de maneira colaborativa**. Ao trazer a história de Mohr, a licencianda buscou mostrar que nem todos os cientistas são sempre lembrados com o devido mérito. Ao final desse parágrafo, destacou **a persuasão na ciência**, ou seja, a necessidade de convencimento dos pares para que o conhecimento tenha o status de científico, citando a história do cientista Pasteur como exemplo.

No penúltimo parágrafo, a licencianda refletiu sobre as referências utilizadas para a realização da apresentação, pois estas não esclareciam pontos importantes sobre as histórias dos cientistas, demonstrando ter preocupação com a fidedignidade das informações. Pelo texto podemos afirmar que o grupo da Bianca se preocupou em analisar as histórias e identificar os aspectos NC presentes nas mesmas, sendo esse um dos objetivos da atividade.

**Texto 4: Encontros 01/11/2013 e 08/11/2013**

No texto 4 (apresentado no quadro 7) a licencianda realizou reflexões sobre as apresentações dos kits históricos, que aconteceram em dois encontros (duas apresentações a cada encontro). No entanto, a pedido da coordenadora, os licenciandos escreveram sobre as quatro apresentações em um texto somente.

Ao refletir sobre os casos históricos apresentados foi possível perceber que a ciência está fortemente vinculada a fatores econômicos, sociais, políticos, ideológicos, religiosos etc. Pessoalmente, penso que este foi o aspecto que mais me marcou e me fez pensar durante e posteriormente às discussões. Ao analisar a história dos cientistas, percebe-se que estes nunca participaram do processo de produção do conhecimento de forma solitária e isolada da sociedade. Ao contrário, todos eles necessitavam de entidades que pudessem financiar suas pesquisas, ou de influência social e política para obter o reconhecimento do seu trabalho, de colaboradores de diversas áreas seja na política, na comunidade científica e acadêmica, na indústria etc. Isso tudo nos leva a crer que não apenas o cientista que assume a autoria de determinado trabalho é o produtor deste, mas todos os indivíduos que participam do processo de produção da ciência, ainda que indiretamente, são de grande importância para que esse processo aconteça. Nem sempre a história da ciência ressalta a contribuição destes colaboradores, deixando-os muitas vezes, no anonimato. Mas ainda que não se saiba muito sobre eles e ainda que nem sempre seja possível mensurar a dimensão de suas contribuições para a ciência, sabemos que eles existiram e que foram imprescindíveis no processo de produção do conhecimento.

Ao considerar todos os fatores – econômicos, sociais, políticos, ideológicos, religiosos – que interferem de forma direta ou indireta no processo de produção do conhecimento, vale ressaltar que muitas vezes são estes que motivam e impulsionam novas ideias. Em outras palavras, a necessidade de se criar novos equipamentos para a indústria, novos medicamentos para a cura de doenças, novos recursos para a produção de alimentos, por exemplo, tem como consequência a produção de conhecimento a partir da busca por “solucionar” estas questões. Um exemplo que ilustra este fato é o caso do cientista Diesel, que propôs um modelo de máquina que funcionasse de acordo com os princípios do Ciclo de Carnot, visto que naquele contexto histórico, havia a necessidade de se criar novas máquinas, dado que as máquinas a vapor existentes na época possuíam baixa eficiência. Isto serve para contrapor a ideia de que os cientistas definem suas questões de pesquisa de forma aleatória e despropositada.

Quando se pensa no produto da ciência, vale ressaltar que este pode ser algo palpável, mas ao mesmo tempo, pode não ser algo concreto. A formação de pessoas e o

desenvolvimento destas, por exemplo, também pode ser considerado um produto da ciência. Como se verifica nos trabalhos de iniciação científica, não somente os resultados obtidos pelas pessoas que atuam neste tipo de trabalho podem ser considerados produtos da ciência, mas também o desenvolvimento e a formação destas são produtos obtidos.

**Quadro 7.** Texto 4 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 01 e 08/10/2013.

No primeiro parágrafo a licencianda ressaltou que **a ciência é contextualizada** e afirmou que esse aspecto foi o que mais a marcou e que mais a fez refletir sobre o que é ciência, durante e posteriormente as discussões. Continuando, a licencianda ressaltou outro aspecto de NC - **o conhecimento científico é produzido de maneira colaborativa** - que foi compreendido a partir da análise das histórias dos cientistas, como ela mesma afirmou. Esse aspecto foi justificado pela licencianda, ao afirmar que o cientista nunca trabalhou de forma isolada da sociedade, pois os cientistas necessitam de apoio financeiro, influência política e social para reconhecimento de seus trabalhos e de colaboradores de diversas áreas, como por exemplo, na comunidade científica. A licencianda continuou a justificar esse aspecto de NC ao escrever sobre os produtores da ciência, e que o trabalho de alguns destes nem sempre são reconhecidos pela sociedade.

Pode-se perceber que o aspecto que mais marcou a formação da licencianda - **a ciência é contextualizada** - apareceu em outros momentos no texto (segundo parágrafo). Ao ressaltar tal aspecto, a licencianda o justificou ao afirmar que os fatores que influenciam a ciência servem como motivação para a realização de pesquisas, e citou exemplos como a necessidade de criar novos medicamentos. A partir da história do cientista Diesel, a licencianda continuou sua justificativa, mencionando o fato desse cientista propor a criação de uma máquina, visto que naquele contexto era necessário, pois a máquina a vapor possuía baixa eficiência.

No último parágrafo, a licencianda escreveu sobre o produto da ciência, assunto que foi discutido ao final de cada apresentação dos textos históricos, juntamente com seus processos e produtores, a fim de se pensar sobre o que seria ciência. Ao realizar a reflexão sobre o produto da ciência, a licencianda constata que esse pode ser algo concreto (“palpável”), como também a formação de recursos humanos.

Os textos do portfólio referentes à elaboração da apresentação dos kits históricos e da apresentação dos mesmos foram ricos na explicitação de aspectos de NC, o que demonstra que essa atividade possibilitou a reflexão sobre tais aspectos. Dentre todos os aspectos, os que mais foram destacados pela licencianda **a ciência é contextualizada** e o **conhecimento científico é construído de maneira colaborativa**, sendo que o primeiro é referido pela licencianda como o que mais lhe marcou e possibilitou reflexões. Nos textos 2 e 3 do portfólio, a licencianda apresentou reflexões sobre as leituras e discussões realizadas e sobre objetivo da apresentação teatral. Nesses textos a licenciada trouxe vários apontamentos importantes sobre como os autores abordavam as histórias dos cientistas, apresentado quais aspectos de NC eram possíveis ser compreendidos e também algumas críticas relacionadas ao esclarecimento de pontos importantes das histórias relatadas. Nesse texto (texto 4), a licenciada refletiu sobre a apresentação dos kits históricos, ressaltou dois aspectos de NC – a ciência é contextualizada. Ao destacar o aspecto de NC que mais a marcou – a ciência é contextualizada - a licencianda realizou metarreflexão ao pensar sobre qual aspecto lhe fez refletir sobre ciência *“durante e posteriormente às discussões”*. Os aspectos ressaltados nesse texto também foram destacados nos textos anteriores, mas é possível observar que essas categorias foram adquirindo nuances diferentes, ou seja, a licencianda foi apresentando em cada texto, justificativas e exemplos que esclareciam sua visão sobre os aspectos de NC por ela ressaltados.

Finalizando a atividade de apresentação dos textos históricos, os licenciandos iniciariam os trabalhos para a realização da próxima atividade, a corte histórica que julgaria se Fritz Haber mereceu ou não o Nobel de Química pelo desenvolvimento da síntese da amônia em escala industrial. Assim os próximos textos do portfólio se referem à preparação e a realização da corte histórica. Nessa atividade, a Bianca fez parte do grupo que defendia a outorga do prêmio Nobel ao cientista.

### **Texto 6 - Encontro 22/11/2013**

A licencianda apresentou nesse texto (apresentado no quadro 8) as relações dos textos históricos sobre Fritz Haber, os quais seriam utilizados para a realização da corte histórica sobre o merecimento ou não do Nobel de Química atribuído ao cientista, com aspectos de

NC. É válido destacar que os textos não traziam aspectos de NC de forma explícita, ou seja, a partir da leitura e discussão dos mesmos esperava-se que os licenciandos pensassem sobre eles.

Neste encontro discutiu-se sobre a história de Fritz Haber, suas contribuições para a ciência e como essas contribuições influenciaram no contexto de guerra experimentado por este cientista. Acerca deste contexto, é importante destacar que o nacionalismo estava emergindo de forma intensa e abrangente. Como discutido em outros encontros, a ciência está inteiramente articulada a fatores sociais, políticos, filosóficos, religiosos, econômicos, etc. Neste sentido, a história de Fritz Haber ilustra muito bem estes aspectos.

No período que precede a Primeira Guerra Mundial, a Alemanha necessitava que novos fertilizantes fossem produzidos. Isto porque a Inglaterra, que era fornecedora de guano (substância utilizada como fertilizante na época) oriundo do Chile, havia cortado relações com a Alemanha devido às tensões existentes entre esses países. Sendo assim, caso a Alemanha não encontrasse uma forma alternativa de produzir fertilizantes, esta experimentaria uma intensa escassez de alimentos, culminando na fome da população.

Haber também partilhava do sentimento nacionalista que pulsava na sociedade alemã nesta época. Como todo patriota, ele desejava que seu país se tornasse independente e que o problema relacionado à falta de fertilizantes fosse solucionado. Com este objetivo, Haber voltou seus estudos para a síntese da amônia, obtendo grande êxito. Inclusive, foram seus estudos sobre síntese da amônia que fizeram com que ele ganhasse o prêmio Nobel, em 1919.

Em relação ao prêmio Nobel recebido por Haber, muito se discutiu naquela época se este realmente merecia tal premiação, uma vez que foi considerado um criminoso de guerra devido aos seus estudos sobre armas químicas. Contudo, é importante ressaltar que Haber estava sendo contemplado com um prêmio Nobel de Química e não da Paz. Neste sentido, os critérios para a concessão do prêmio Nobel de Química é que o cientista tenha contribuído para o desenvolvimento da ciência e da humanidade. Haber recebeu o prêmio Nobel pela síntese da amônia e quanto a isto, não há dúvidas de que este conhecimento foi importante não só para a ciência, mas como também para a sociedade alemã, uma vez que impediu que uma crise na produção de alimentos ocorresse. Se o conhecimento produzido por certa pessoa for utilizado para fins não éticos perante a sociedade, outros cientistas deveriam ser julgados por esta lógica. Joliot, por exemplo, poderia ser considerado um criminoso de guerra uma vez que estudou a reação em cadeia, que contribuiu para o desenvolvimento da bomba atômica?

Haber não acreditava que as armas químicas fossem diferentes de outros tipos de

armas. Além disso, seu interesse em direcionar seus estudos para esta área estava diretamente ligado ao sentimento de patriotismo e de defender sua nação que carregava consigo. Tenho convicção de que seu sentimento nacionalista foi o responsável por impulsioná-lo a realizar suas pesquisas. Seu desejo de contribuir com o desenvolvimento e a independência do seu país fez até mesmo com que ele se convertesse ao cristianismo para viabilizar sua inserção no meio científico.

Ao refletir sobre a história de Fritz Haber, penso que jamais conseguiria me posicionar contra suas atitudes. Talvez em termos absolutos, não seja ético pensar em “promover” a morte. Contudo, se pensarmos nisso como forma de defender as pessoas e o lugar que nos pertence, isso possa fazer algum sentido e penso que foi pensando nisso que Haber tomou suas atitudes. Ele desejava a sobrevivência das pessoas que eram importantes para ele e do lugar em que o seu filho iria crescer.

**Quadro 8.** Texto 6 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 22/11/2013.

No primeiro parágrafo, a licencianda relata o que foi discutido no encontro presencial e prosseguindo seu relato ressalta que a **ciência é contextualizada** de forma explícita, demonstrando ter consciência de essa é uma característica da ciência. A licencianda citou a história de Fritz Haber relacionada a síntese da amônia em larga escala, afirmando que essa história ilustra muito bem tal característica. Após destacar esse aspecto de NC, a licencianda apresentou brevemente a história do cientista Haber (segundo e terceiro parágrafos), justificando assim sua afirmativa de que **a ciência é contextualizada**. Tal aspecto foi também muito recorrente nos textos do portfólio sobre o kit histórico.

Em seguida, a licencianda comentou sobre o merecimento do Nobel de Química atribuído a Fritz Haber (quarto parágrafo). Em sua reflexão, a licencianda apresentou um aspecto de NC, que categorizamos como **a ciência é amoral**, ou seja, a ciência não deve ser rotulada como boa ou má, sendo que ela justificou também mencionando a história do cientista Joliot, pois segundo a Bianca, Joliot poderia ser considerado um criminoso de guerra, visto que realizou estudos sobre a reação em cadeia, a qual contribuiu para o desenvolvimento da bomba atômica. Essa categorização se deve ao fato de termos interpretado que a licencianda levou em consideração que Fritz Haber foi levado à julgamento por praticar crime de guerra por ter produzido amônia em larga escala e esse produto ter sido utilizado como insumo para a fabricação de armas químicas (o que poderia fundamentar um argumento contrário ao

laureamento do prêmio Nobel em função do uso “negativo” do conhecimento científico). No entanto, a licencianda questionou que se o conhecimento científico produzido pelo cientista fosse utilizado para “fins não éticos perante a sociedade”, outros cientistas deveriam ser criminosos de guerra também. O que nos leva a crer que a Bianca pensou em NC ao avaliar que o conhecimento não tem status e que os usos que os humanos fazem do mesmo é pode ser julgado como bom ou ruim.

Nos dois últimos parágrafos a licencianda fez inferências a partir da história do Fritz Haber, que justificam o aspecto de NC **a ciência é contextualizada**, demonstrando através de sua reflexão, que considera compreensíveis as motivações do Fritz Haber para realizar suas pesquisas. No último parágrafo a licencianda, prossegue se posicionando a favor de Fritz Haber, por compreender que diante do contexto em que ele se encontrava, suas atitudes eram justificáveis.

Percebemos nesse texto 6 que a licencianda refletiu sobre a história do cientista Fritz Haber, destacando dois aspectos de NC – a ciência é contextualizada e a ciência é amoral – que foram justificados. Assim como nos textos anteriores, podemos perceber que a elaboração do portfólio possibilitou que a licencianda realizasse reflexão sobre ciência, nos fornecendo evidências de sua aprendizagem sobre o tema. É válido enfatizar que a licencianda tinha a liberdade para escrever sobre os assuntos que lhe fossem mais pertinentes, e percebemos que nesses primeiros textos do portfólio o tema central foi NC, sendo que as ideias sobre o tema apresentadas pela licencianda foram bem articulados e coerentes.

### **Texto 7 - Encontro 29/11/2013**

Nesse texto (apresentado no quadro 9) a licencianda escreve sobre a elaboração dos argumentos de defesa do grupo, a ser usado na corte de julgamento da outorga do Nobel a Fritz Haber. Em suas reflexões podemos perceber que a licencianda é capaz de realizar uma reflexão sobre vários aspectos de NC atrelando-os aos vários pontos estudados na história do cientista. Detalhamos cada um desses aspectos de NC e partes específicas da história para demonstrar como a licencianda foi capaz de justificar cada um deles.

Neste encontro o grupo se reuniu para elaborar o texto em defesa de Fritz Haber. Para isso, utilizaram-se todos os argumentos discutidos no portfólio anterior. Uma das preocupações do grupo era quanto a possível acusação sobre o envolvimento de Haber com a guerra química, em especial quando este teve certa participação na Batalha de Ypres, em que uma grande quantidade de gás cloro foi lançada nas tropas inimigas pelo exército alemão. Contudo, ao realizar uma pesquisa mais profunda, encontramos uma reportagem da revista *Veja* que apresentava um ponto de vista diferente sobre a Batalha de Ypres e que continha informações que seriam interessantes para a defesa de Haber. Nesta reportagem, era apresentado um dossiê do exército alemão para justificar seus atos e, neste, falava-se que foi a França quem primeiro quebrou a Convenção de Haia - que proibia a utilização de armas químicas e venenosas - quando utilizou granada de gás no início da guerra. Existem inclusive, documentos do exército alemão que trata das medidas preventivas para se protegerem dessas granadas e ainda, o depoimento de um soldado alemão que reforça esse argumento. Além disso, Haber defendia-se dizendo que as armas químicas não são diferentes de qualquer outro tipo de arma e que, ao precipitar a vitória alemã, estaria diminuindo a mortalidade da guerra. Neste sentido, o ponto de vista de Haber é coerente uma vez que nenhum soldado alemão ou de qualquer outro exército teve sua vida poupada por ser atingido por outros tipos de armas que não as armas químicas.

Refletindo sobre a história de Fritz Haber, percebo que entre todas as histórias de cientistas já discutidas, talvez esta seja a que mais contribua para reforçar a visão humanizada sobre a ciência. Uma vez que a ciência é o produto da produção de seres humanos, é impossível que sentimentos, sonhos e desejos não interfiram no modo como o conhecimento é produzido. Haber não possuía apenas uma grande afinidade pela química e desejava estudá-la, mas antes, seu sentimento nacionalista bem como o desejo de ver sua nação desenvolvida e independente, o mobilizou para que pudesse direcionar seus estudos para a síntese da amônia, com o intuito de viabilizar a produção de novos fertilizantes e, conseqüentemente, a produção de alimentos. Quando Haber partiu para a batalha em que se fez uso do gás cloro como uma arma química, não havia meramente o desejo de verificar como o corpo humano se comporta sob o efeito do gás cloro, ou ainda, o desejo de matar soldados das tropas inimigas por possuir uma índole duvidosa. Seu desejo era antes de tudo, defender seu país. Além disso, vale lembrar que o fato de que a ciência não está desvinculada da sociedade, da política e da economia é evidente na história de Haber. As necessidades econômicas e sociais podem ser fatores que impulsionam novas pesquisas e quanto a isto, Haber fala no seu discurso quando da premiação com o prêmio Nobel:

“A necessidade de viabilizar novas fontes de nitrogênio se tornou claramente visível na virada do século. Desde a metade do século nós vínhamos aproveitando o suprimento de nitrogênio do salitre que a natureza tinha depositado nos desertos montanhosos do Chile. Comparando o rápido crescimento da demanda com a extensão

calculada desses depósitos, ficou claro que em meados do século atual uma emergência seriíssima seria inevitável, a menos que a química encontrasse uma saída”.

Ainda é válido atentar para o fato de que Haber não trabalhou sozinho, mas ao contrário, houveram outros cientistas que também contribuíram no processo de produção do conhecimento, como é o caso do químico Bosh. Além disso, o apoio da empresa BASF contribuiu significativamente para que Haber pudesse prosseguir em seus estudos.

A história de Haber também nos faz atentar para o fato de que o conhecimento não é produzido de forma linear, direta e livre de obstáculos. Muitas vezes os cientistas encontram diversas dificuldades durante seus estudos, como foi o caso de Haber. Alguns aspectos como o fato da síntese da amônia ser estudada por outros cientistas, mas sem grande êxito, além da aparente inviabilidade desta síntese contribuíram grandemente para que Haber às vezes se sentisse desmotivado e desanimado. Haber demorou alguns anos a chegar a algum resultado satisfatório, o que evidencia a presença de grandes complicações encontradas durante seus estudos.

**Quadro 9.** Texto 7 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 29/11/2013

A licencianda iniciou o texto relatando o objetivo do encontro, elaborar os argumentos de defesa para a corte histórica, mencionado que os argumentos discutidos no texto anterior (o qual ela nomeou como portfólio, pois os licenciandos denominavam cada texto que constituiria o portfólio dessa forma) seriam utilizados. A licencianda apresentou a preocupação do grupo com o possível envolvimento de Haber em guerras químicas. Buscando outras referências (que não foram disponibilizadas pela coordenadora) o grupo encontrou informações sobre histórias de guerras químicas que poderiam ajudar na defesa. Isso demonstra o empenho da licencianda e de seu grupo em realizar a atividade. Nesse, assim como em outros textos do portfólio, a licencianda mostrou preocupação em apresentar a contextualização histórica, de forma a mostrar que a **ciência é contextualizada**, justificando de forma coerente o aspecto de NC. No entanto, no texto 7 a licencianda apresentou de modo mais detalhado o contexto histórico da época, demonstrando ter consciência da importância do contexto para se compreender o empreendimento científico.

Em suas reflexões sobre a história de Haber (no segundo parágrafo), a licencianda destacou dois aspectos de NC - **a ciência é um empreendimento humano e as características psicológicas e de caráter dos cientistas exercem influência na produção do conhecimento**

**científico**. A história do Haber foi apresentada para justificar suas afirmativas sobre NC, ao apresentar as motivações do Haber para realizar suas pesquisas. É necessário destacar que segundo a licencianda, a ideia de que a ciência é um empreendimento humano foi um aspecto de NC, que dentre todas as histórias estudadas, ficou mais compreensível através da história de Fritz Haber. Nesse momento a licencianda nos fornece evidências de como o contexto foi importante para que compreendesse esse aspecto de NC.

A licencianda utilizou novamente a história de Haber para justificar outro aspecto de NC - **a ciência é contextualizada** (final do segundo parágrafo) e um recorte da fala do Haber em seu discurso ao receber a premiação do Nobel de Química (o documento havia sido disponibilizado para os licencianda) para dar ênfase a característica de NC citada. Assim como na realização da atividade sobre kit histórico a licencianda utilizou em diversos momentos os textos fornecidos pela coordenadora do curso, para embasar suas afirmativas.

Outro aspecto de NC destacado pela licencianda é **o conhecimento científico é produzido de maneira colaborativa** (penúltimo parágrafo). Para justificar tal ponto ela citou o cientista Bosh que trabalhou na síntese da amônia e a empresa BASF, a qual financiou as pesquisas realizadas por Haber.

Ao final do texto (último parágrafo), a licencianda destacou que o processo de construção do “conhecimento não é produzido de forma linear, direta e livre de obstáculos”, ou seja, **a ciência não é linear**, justificando sua afirmativa a partir dos desafios encontrados por Haber para realizar a síntese da amônia em larga escala, e o fato de ter existido outros cientistas que também tentaram realizar a síntese da amônia.

Nesse texto 7, podemos observar que a licencianda permanece realizando constante reflexão sobre ciência, destacando cinco aspectos de NC que foram justificados a partir da história do cientista Fritz Haber. Nesse sentido, podemos afirmar que a cada texto do portfólio vamos obtendo mais evidências de aprendizagem sobre ciência da licencianda, a partir dos momentos em que ela reflete sobre ciência, apresentando justificativas e exemplos que esclarecem sua visão sobre o tema.

### **Texto 8 - Encontro 06/12/2013**

Nesse texto (apresentado no quadro 10) a licencianda fez relatos e reflexões sobre o dia da realização da corte histórica sobre a outorga do prêmio Nobel de Química a Fritz Haber e, sobre o processo de elaboração dos argumentos de defesa. As reflexões da licencianda demonstram uma compreensão da história do Fritz Haber, a qual a levou refletir sobre vários aspectos de NC, que foram coerentemente justificados.

Neste encontro foi realizado o júri simulado de Fritz Haber. Argumentos de acusação e defesa foram elaborados a partir da seguinte questão: Haber é ou não merecedor do prêmio Nobel?

Primeiramente, é importante falar do processo de preparação para o presente trabalho. Com o objetivo de conhecer mais sobre a vida e o trabalho de Fritz Haber, foram lidos alguns textos que continham estas informações. A leitura dos textos demandou bastante tempo, entretanto, foi bastante significativa. Nos encontros anteriores do PIBID, muito se discutiu sobre aspectos como a história e a natureza do conhecimento científico, bem como a importância de se conhecer esses aspectos para se conceber uma visão mais ampla e humanizada da ciência. Todos estes aspectos foram se esclarecendo ao longo dos encontros. Contudo, eles se tornaram mais nítidos ao ler a história de Fritz Haber.

Ao ler sobre o estudo realizado por Haber ao longo de 10 anos, foi possível constatar o caráter não linear e descontínuo da ciência. É comum a concepção de que o trabalho de um cientista se resume a levantar uma questão, elaborar hipóteses e realizar experimentos que surpreendentemente irão fundamentar estas hipóteses, fazendo com que estas se tornem “verdades”. Ao averiguar o trabalho que Haber e cientistas anteriores a ele tiveram para tentar sintetizar a amônia, é possível perceber que a ciência está imbuída de tentativas frustradas, resultados que nem sempre correspondem às expectativas, e vários outros obstáculos. Neste sentido, as tentativas sem sucesso de sintetizar a amônia foram tantas, que gerou a concepção de que este processo seria impossível de ser realizado, acarretando em um preconceito geral entre o círculo químico quanto ao estudo dessa síntese. Ao analisar todo o trabalho feito por Haber até que este chegasse a um resultado satisfatório, fica evidente que foi necessário um grande esforço para a solução dos inúmeros problemas com os quais teve de se deparar. Uma reação que envolva a mistura de  $H_2$  e  $N_2$  para formar a amônia aparenta ser um processo simples. Entretanto, Haber teve de lidar com todo um espectro de obstáculos para tornar este projeto exequível, que iam desde a procura da pressão, temperaturas e catalisadores adequados para que a reação acontecesse, até a projeção de equipamentos que fossem capazes de executar essa reação. Vale lembrar que todas estas falhas que acontecem no

processo de produção do conhecimento são inteiramente justificáveis, uma vez que a ciência é produzida por seres humanos, que são passíveis de erros.

Considerando ainda o fato de que a ciência é uma produção humana, é importante ressaltar que sentimentos, desejos e necessidades são aspectos que influenciam fortemente na produção de conhecimento. No caso de Haber, é bastante claro que seu sentimento nacionalista, bem como o seu desejo de ver sua nação desenvolvida e independente, são fatores que o impulsionaram a dedicar seus estudos à síntese da amônia. Seu desejo de ver seu país vitorioso na guerra fez também com que Haber se dedicasse a estudar a produção de gases, que seriam utilizados como armas químicas pelo exército alemão. Talvez estes fatores sejam os que mais contribuam para nos fazer enxergar o caráter humano da ciência. Esta última muitas vezes parece ser um componente completamente alheio e dissociado das nossas características humanas. Contudo a ciência é, mesmo que indiretamente, fortemente influenciada por estas características.

Outra reflexão concebida pelas leituras é que muitas vezes o conhecimento é produzido a partir das necessidades da sociedade. O contexto de Haber era caracterizado pelo monopólio por parte da Inglaterra do salitre e do guano (produtos utilizados como fertilizantes) oriundos do Chile e Peru. A Prússia necessitava importar grandes quantidades desse produto. Sendo assim, uma alternativa à utilização dos mesmos necessitava ser criada. Além disso, como a demanda por estes produtos eram muito grande, estes viriam a se esgotar em pouco tempo. A Prússia então carecia que novos fertilizantes fossem produzidos. Estes fertilizantes eram constituídos de nitratos, que nutrientes importantes para o solo, porém, pouco disponíveis na natureza. Daí o interesse em alternativas que viabilizassem a produção da amônia em larga escala. Isto certamente nos faz lembrar a impossibilidade de desvincular a ciência da sociedade. É importante lembrar que Haber não direcionou seus estudos a síntese da amônia, produção de gases, produção de catalisadores, etc. meramente por afinidade por estes conteúdos. Ao contrário, havia todo um contexto social, político e econômico que fizeram com que Haber escolhesse estes temas como objeto de estudo. Isto fica evidente na fala de Haber em seu discurso de premiação com o Nobel:

“A necessidade de viabilizar novas fontes de nitrogênio se tornou claramente visível na virada do século. Desde a metade do século nós vínhamos aproveitando o suprimento de nitrogênio do salitre que a natureza tinha depositado nos desertos montanhosos do Chile. Comparando o rápido crescimento da demanda com a extensão calculada desses depósitos, ficou claro que em meados do século atual uma emergência seriíssima seria inevitável, a menos que a química encontrasse uma saída”.

A história de Fritz Haber também é um exemplo nítido de que cientistas não são pessoas sozinhas e solitárias. Haber contou com a ajuda de outros cientistas para que seus

estudos pudessem progredir, como Carl Bosh, que contribuiu no sentido de viabilizar a produção de amônia em larga escala. Além disso, Haber contou com o apoio financeiro da empresa BASF para realizar sua pesquisa. Isto nos leva a pensar que o trabalho de Haber não se limitava apenas em utilizar seus conhecimentos técnico-científicos, mas antes, ele precisava convencer outras pessoas de que seu trabalho era promissor e fazer com que pudessem apoiá-lo. Neste sentido, seu poder de convencimento foi importante para que a BASF pudesse apoiar seus estudos. A leitura sobre a história de Haber foi muito proveitosa por ter aproximado o que foi discutido sobre a natureza da ciência da realidade. Neste sentido, penso que é muito válido utilizar a história de Haber para ensinar química. Além da possibilidade de abordar inúmeros conteúdos de química, é possível abordar aspectos inerentes à natureza do conhecimento científico, como os que foram discutidos anteriormente neste texto.

A proposta de realizar um júri simulado foi um fator que contribuiu grandemente para o envolvimento pessoal com a atividade. A ideia de elaborar argumentos em defesa de Haber e de seu merecimento do prêmio Nobel fez com que minha leitura dos textos fosse fortemente inclinada a buscar e a pensar em argumentos a favor do mesmo. Foi muito interessante também ver como o grupo de acusação expôs seu ponto de vista e seus argumentos, embora eu continue sustentando minha opinião de que Haber é merecedor do prêmio Nobel.

Estudar sobre a história e a natureza da ciência tem sido algo muito prazeroso. No decorrer dos trabalhos realizados minha visão sobre o que é ciência pode ser ampliada e talvez minha experiência pessoal seja o melhor exemplo que eu tenha de que estudar a história da ciência contribui para torná-la mais humana. Além disso, pude perceber que eu possuía uma visão de ciência muito idealizada e minimalista em relação a como ela é de verdade. A ciência com todas as suas variáveis, fatores e complexidade vai muito além de tudo o que eu pensava sobre ela. Contudo, a tomada de consciência de toda essa complexidade só fez aumentar o apreço que sempre tive por esta forma de produzir conhecimento.

**Quadro 10.** Texto 8 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 06/12/2013.

A licencianda iniciou o texto relatando a atividade realizada no encontro presencial (corte histórica) e prossegue descrevendo e refletindo sobre o processo de preparação para a realização da mesma. Inicialmente a licencianda recordou a leitura dos textos sobre Fritz Haber e sobre os encontros anteriores. É interessante perceber em sua reflexão neste texto, que as atividades e discussões já desenvolvidas no curso de formação a ajudaram a ter uma visão mais ampla da ciência, como pode ser observado nos textos antes analisados. No

entanto, a atividade da corte histórica sobre Fritz Haber, na visão da mesma, foi a que mais a ajudou a compreender NC, como podemos perceber a partir das características de NC abaixo explicitadas e devidamente justificadas.

Segundo a licencianda, através do estudo da história do Fritz Haber foi possível perceber **a ciência não é linear** (terceiro parágrafo). Ela apresentou elementos da história de Haber que validam sua afirmativa, como as várias tentativas frustradas as quais fizeram muitos acreditarem na impossibilidade da realização da síntese da amônia em larga escala. Nesse parágrafo a licencianda apresentou mais reflexões sobre esse aspecto de NC que nos textos anteriores.

Continuando sua reflexão no final do terceiro parágrafo, a licencianda ressaltou também que **a ciência é um empreendimento humano**, pois os seres humanos são passíveis de erros. Ao considerar tal aspecto, a licencianda fez relação desse aspecto de NC com **as características psicológicas e de caráter dos cientistas exercem influência na produção do conhecimento científico** (quarto parágrafo), trazendo a história de Fritz Haber para justificar esse aspecto de NC, ao escrever os fatores que motivaram Haber a realizar suas pesquisas (na visão da licencianda). A licencianda finalizou a reflexão (nesse parágrafo) enfatizando que os aspectos de NC citados devem ser os que mais contribuem para humanizar a ciência.

No quinto parágrafo a licencianda destacou que a partir da reflexão proporcionada pela leitura dos textos disponibilizados para a atividade, ela pode compreender que o “o conhecimento é produzido a partir das necessidades da sociedade”, ressaltando assim que **a ciência é contextualizada**. Justificando sua afirmativa, a licencianda apresentou brevemente os motivos da necessidade de se produzir amônia em larga escala, os quais levaram Haber a se dedicar à sua pesquisa. Para dar ênfase à sua afirmação a licencianda citou sua fala do discurso do prêmio Nobel de Química, a qual Haber discorreu sobre o contexto social e econômico do país.

Um aspecto de NC que já havia sido mencionado em outros textos – **o conhecimento científico é produzido de forma colaborativa** - aparece no texto 8 (sexto parágrafo). Para justificar esse aspecto de NC, a licencianda fez menção à história de Haber, de modo a destacar dois colaboradores de sua pesquisa, a empresa BASF e o cientista Carl Bosh. Ao final do sexto parágrafo a licencianda escreve sobre a possibilidade de ensinar química a

partir da história de Haber e da possibilidade de relacionar os conteúdos químicos aos conhecimentos de NC. É interessante perceber que a licencianda utilizou de vários elementos da história de Haber e do contexto histórico para justificar suas afirmativas, sendo que as relações feitas entre a história da ciência e os aspectos de NC são todas coerentes.

Nos três últimos parágrafos desse texto a licencianda fez reflexões sobre as leituras realizadas para a atividade que a possibilitaram relacionar NC com a realidade, a relevância da atividade em aulas de química, o seu envolvimento, motivação e empenho para realizar a atividade. O último parágrafo, em especial, nos mostra como a realização da corte histórica foi importante para a Bianca, pois como ela afirmou, a atividade ampliou sua visão sobre ciência, fazendo com que ela percebesse como seu entendimento sobre ciência era simples. Nesse momento, o portfólio se mostrou importante para que a licencianda avaliasse seus conhecimentos sobre ciência, ou seja, realizasse autoavaliação, pois ela reconheceu que sua visão sobre ciência era “idealizada e minimalista” e também que sua visão havia sido ampliada. Podemos afirmar que nesse último parágrafo, a licencianda também realizou metacognição, ao tomar consciência do seu estado de conhecimento sobre ciência, o que nos mostrou como as atividades estavam sendo importantes para a construção do conhecimento sobre ciência da licencianda. Nesse texto 8, percebemos que o portfólio possibilitou não somente que a licencianda realizasse reflexão sobre ciência, mas também autoavaliação e metacognição.

É interessante destacar, que ao tomar consciência sobre a complexidade do empreendimento científico a licencianda escreveu como isso contribuiu para que ele apreciasse ainda mais a ciência, ou seja, ao desmistificar a ciência o interesse da licencianda por ciência aumentou.

### **Texto 9 - Encontro 20/12/2013**

Após a realização da corte histórica, a coordenadora do Pibid solicitou que os licenciandos elaborassem um texto no qual deveriam descrever sua visão sobre ciência baseado em todo o processo que eles vivenciaram até aquele momento (as apresentações dos kits históricos e

a corte histórica). Dessa forma, nesse texto 9 (quadro 11) a licencianda escreveu sobre o que seria ciência e descreveu alguns episódios vivenciados no Pibid que influenciaram seus pensamentos.

O que é ciência?

Tenho convicção de que não seja possível atribuir uma definição exata para o que é ciência, pois, qualquer tentativa de fazer tal coisa, talvez acabasse por criar uma imagem minimalista e limitada desta. Contudo, o que se pode dizer sobre ciência é que ela é uma forma de produção de conhecimento, e como tal, possui um modo singular de compreender o universo, a vida e o ser humano. O que se pode fazer para se ter uma visão mais fidedigna do que seja ciência, é compreender qual a sua natureza.

Ao longo de todo o processo vivenciado no PIBID, foi possível aprender muito sobre a natureza do conhecimento científico. Se antes eu possuía uma visão limitada sobre ciência, agora esta foi ampliada em virtude das discussões e atividades realizadas. Ainda que meu contato com o meio científico fosse grande por fazer um curso de graduação na área de Ciências Exatas, eu nunca havia refletido sobre os fatores que inferem no modo como a ciência é produzida e como se deu a produção do conhecimento científico ao longo do tempo.

Ao estudar sobre a história da ciência, foi interessante perceber não apenas que esta possui um contexto específico, mas que este contexto é capaz de interferir no modo com a ciência é produzida, isto é, ela encontra-se fortemente vinculada a fatores históricos, sociais, filosóficos e políticos. Muito daquilo que os cientistas se propõem a estudar não provém de ideias aleatórias e sim, de alguma necessidade, como é o caso de cientistas como Fritz Haber e Diesel. O primeiro enxergou a síntese da amônia como uma possibilidade de aumentar as fontes de nitrogênio, componente importante para a produção de fertilizantes, que era uma necessidade no período histórico em que este cientista se encontrava. O segundo propôs um motor que utilizava como princípio o Ciclo de Carnot, com o objetivo de aumentar a eficiência das máquinas, dado que a eficiência das máquinas a vapor disponíveis até então eram muito baixas. Neste sentido, podemos notar que a conhecimento não se desenvolveu ao longo do tempo de forma espontânea e natural. Ao contrário, existiram e ainda existem fatores sociais que impulsionam o avanço da ciência.

No que diz respeito à relação próxima existente entre ciência e política, vale destacar o exemplo do cientista Joliot, que precisou recorrer a um representante político para obter os recursos necessários ao estudo da reação em cadeia. Talvez para Joliot o estudo sobre este tipo de reação significava a produção de um novo conhecimento e/ou o

seu êxito como cientista. Contudo, para os representantes políticos da época a reação em cadeia significava uma possibilidade de se desenvolver uma forma alternativa de produzir energia que foi, inclusive, o motivo pelo qual a pesquisa de Joliot foi viabilizada. Este fenômeno é o que o estudioso da ciência Bruno Latour chama de translação de interesses, isto é, convencer alguém a “comprar” alguma ideia, de modo que esta atenda aos interesses da pessoa que a está comprando. Neste sentido, Latour afirma em seu livro *Ciência em Ação*:

“Precisamos de outras pessoas que nos ajudem a transformar uma afirmação em fato. O primeiro modo, o mais fácil, de encontrar pessoas que acreditem inteiramente na afirmação, que invistam no projeto ou que comprem o protótipo é adaptar o objeto de tal maneira que ele atenda aos interesses explícitos dessas pessoas.”

A afirmação de Latour nos faz atentar para outro aspecto importante da ciência: os cientistas não trabalham sozinhos. Durante todo o processo que leva uma ideia até a sua execução, não existe apenas uma pessoa trabalhando para que isso aconteça. Ao contrário, existem várias pessoas que participam do processo de produção do conhecimento, ainda que elas não sejam propriamente cientistas, como é o caso do representante político na história de Joliot.

É importante ressaltar também que em ciência, para que uma ideia seja considerada verdadeiramente um fato, é necessário haver o convencimento dos pares, isto é, ao propor uma ideia deve-se respaldá-la com toda espécie de argumentos plausíveis do ponto de vista científico para que a comunidade científica possa considerá-la válida.

Por último, é válido lembrar que uma vez que a ciência é dinâmica, novos conhecimentos estão constantemente sendo produzidos, novas ideias são consolidadas e algumas ideias já consolidadas vão sendo aprimoradas ou até mesmo contraditas. Nesse sentido, a ciência é uma forma de produzir conhecimento grandiosíssima o que a torna um dos feitos mais memoráveis da nossa civilização.

**Quadro 11.** Texto 9 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 20/12/2013.

No primeiro parágrafo do texto 9, a licencianda relatou a impossibilidade de definir o que é ciência, sem criar uma visão “minimalista e limitada” da mesma. Mas tentou explicar de forma geral a que se devem os estudos da ciência e a importância de conhecer sua epistemologia. No segundo parágrafo a licencianda fez reflexões a respeito do seu aprendizado ao longo do processo vivenciado no Pibid, demonstrando como as atividades e discussões realizadas no curso de formação foram importantes para ampliar sua visão sobre ciência, e para que ela pudesse fazer reflexões sobre ciência que não havia realizado até

então. Nesse parágrafo a licencianda avaliou seu conhecimento sobre ciência, reconhecendo que sua visão sobre ciência era limitada e foi ampliada, realizando assim autoavaliação. A licencianda também realizou metarreflexão ao escrever sobre como nunca havia refletido *“sobre os fatores que inferem no modo como a ciência é produzida e como se deu a produção do conhecimento científico ao longo do tempo”*.

No terceiro parágrafo, a licencianda destacou de forma explícita que **a ciência é contextualizada**, e ao justificar esse aspecto de NC, mencionou as histórias dos cientistas Fritz Haber e Diesel, apresentando recortes das histórias que caracterizam esse aspecto de NC. Ao prosseguir sua reflexão (quarto parágrafo), a licencianda destacou outro aspecto de NC - **a produção do conhecimento científico ocorre de maneira colaborativa** - estabelecendo relação entre ciência e política através da história do cientista Joliot. A licencianda escreve sobre a necessidade do cientista Joliot buscar apoio político. E apesar dos políticos não terem os mesmos objetivos de Joliot, não os impediram de serem colaboradores de sua pesquisa, visto que ambos seriam beneficiados. A licencianda se refere ao conceito de translação de interesses presente no livro do Bruno Latour (Bruno Latour, 2001), de onde foi retirada a história do cientista Joliot. Em sua justificativa a licencianda apresentou também um trecho do livro relacionado a esse conceito. Prossegue justificando esse aspecto de NC no quinto parágrafo, afirmando que os colaboradores da ciência nem sempre são os cientistas, como mostra a história do cientista Joliot, demonstrando ter uma compreensão bem esclarecida de que a produção do conhecimento científico ocorre de maneira colaborativa.

No sexto parágrafo a licencianda, refletiu sobre **a persuasão na ciência**, ao escrever sobre a necessidade dos cientistas convencerem seus pares de modo que o conhecimento possa se tornar científico, justificando assim o aspecto de NC. No último parágrafo, a licencianda afirmou que a *“ciência é dinâmica”* e escreve sobre o fato de novos conhecimentos serem produzidos, outros aprimorados, consolidados ou contraditos. A partir da sua reflexão podemos inferir que a licencianda, fez referência ao **a ciência não ser linear**.

Como é possível perceber pelos trechos aqui destacados, a licencianda de fato apresentou várias reflexões sobre ciência, como solicitado pela coordenadora do curso na elaboração deste texto. Tais reflexões estiveram relacionadas aos casos históricos estudados.

Destacamos a metarreflexão da licencianda sobre seu próprio aprendizado no processo vivenciado, se posicionado antes de entrar no curso e na situação atual. Podemos observar que apesar da licencianda não ter sido instruída de forma explícita a escrever sobre ciência nos textos anteriores, os aspectos por ela destacados no texto 9 (o único texto em que os licenciandos foram orientados em escrever sobre o que eles pensam sobre ciência) já haviam sido ressaltados, exemplificados e justificados anteriormente. Isso demonstra que as discussões e atividades realizadas estavam sendo importantes para a licencianda, de modo que ela sentia motivada a escrever sobre ciência em seus textos.

A última atividade da etapa de desenvolvimento dos conhecimentos sobre NC a ser realizada pelos licenciandos foi a realização do júri simulado sobre a liberação ou não de verba pelo governo para a realização de pesquisas com alimentos transgênicos. De modo que, os próximos textos do portfólio dizem a respeito da preparação e realização do júri simulado.

#### **Texto 10 - Encontro 24/01/2014**

Nesse texto (apresentado no quadro 12) a licencianda realizou reflexões sobre as atividades desenvolvidas pelo Pibid até a presente data, afirmando o quanto as mesmas foram importantes. A Bianca também escreveu sobre a próxima atividade, que envolvia o tema alimentos transgênicos. Para essa atividade os licenciandos receberam diversos textos relacionados ao tema, de modo que pudessem primeiramente ter mais conhecimentos sobre o mesmo, antes de iniciarem necessariamente a elaboração dos argumentos para o júri simulado. Nessa atividade a Bianca fez parte do grupo de representantes do governo (deputados), que julgariam se o governo deveria liberar verba a realização de pesquisas com alimentos transgênicos.

Na primeira parte do encontro, foi discutido como os encontros do PIBID que ocorreram no último ano contribuíram para o crescimento de todos, no sentido de que os encontros e atividades realizadas possibilitaram a construção de uma visão mais ampla sobre a ciência. Neste sentido, vale destacar que a atividade de júri simulado sobre Fritz Haber foi a que mais marcou a todos. Muitos aspectos que antes havíamos discutido sobre a natureza do conhecimento científico, tais como a colaboração em ciência e a ideia de que o conhecimento não é produzido de forma linear e desprovido de erros e tentativas frustradas, puderam ser facilmente identificados na história de Fritz Haber. Pessoalmente, penso que além dos aspectos acima mencionados, a complexidade da tarefa que nos foi incumbida, bem como o retorno que nos foi dado após a realização da atividade, contribuíram para que eu pudesse aprender a argumentar, algo que julgo ser importante não apenas no meio científico, mas também na sala de aula.

Na segunda parte do encontro, discutiu-se sobre os alimentos transgênicos, que serão o tema da próxima tarefa a ser desenvolvida. Foi discutido no momento do encontro o quão complexo é emitir alguma opinião a respeito do tema, já que este apresenta muitas controvérsias. Se por um lado existem grupos que defendem o consumo destes alimentos com o argumento de que eles dispensam o uso de inseticidas, podem ser produzidos com teores mais elevados de componentes nutricionais ou que irão contribuir para a erradicação da fome, existem outros grupos que condenam o consumo destes alimentos por não se saber ao certo quais os efeitos que podem causar no organismo.

Ao refletir sobre quais aspectos relacionados à natureza da ciência podem ser utilizados para auxiliar o indivíduo a tomar decisões sobre consumir ou não alimentos transgênicos, penso que o principal deles é a argumentação. Neste sentido, penso que é necessário haver evidências que respaldem os argumentos utilizados em defesa ou reprovação deste tipo de alimento para que eu possa tomar uma decisão. Pensando nisto, ao ler os textos do kit, percebi que muito tem se falado quanto aos benefícios dos alimentos transgênicos, mas ainda faltam evidências. Se estes alimentos realmente contribuem para o aumento da produção de alimentos ou possuem benefícios nutricionais, onde estão as provas? Ou ainda, se é seguro consumir este tipo de alimento, qual o dado científico que me assegura isto?

Pensando em tudo isso, creio que o vídeo assistido vai ao encontro das ideias discutidas. Percebi que Jeffrey Smith consegue articular de maneira muito eficiente os argumentos utilizados para responder as questões levantadas de modo a convencer as pessoas. Ele faz menção de uma diversidade enorme de dados científicos, que dão maior confiabilidade aos seus argumentos e também contribuem com o seu poder de persuasão.

Ao refletir sobre as discussões a respeito do consumo de alimentos transgênicos e o modo como a natureza do conhecimento científico se relaciona com tudo isso, me dei conta de que em um mundo onde estamos cercados por ciência e tecnologia, não é prudente que

sejamos leigos nestes assuntos. Se não formos capazes de tomar decisões conscientes em relação à ciência e tecnologia, ao consumo de alimentos transgênicos, por exemplo, estaremos deixando esta tarefa ao encargo de grupos que muitas vezes visam os interesses comerciais e econômicos em detrimento do bem estar coletivo.

**Quadro 12.** Texto 10 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 24/01/2014.

No primeiro parágrafo a Bianca escreveu sobre o encontro presencial, no qual o grupo discutiu sobre como o processo vivenciado no curso de formação foi importante para ampliar a visão sobre ciência dos licenciandos. De acordo com Bianca a realização da corte histórica (como havia afirmado no texto do dia 06/12/2013), foi a que marcou a todos participantes do curso e que possibilitou maior compreensão de alguns aspectos sobre NC, como por exemplo, a ciência é contextualizada. Isso evidência como as atividades realizadas no curso de formação foram importantes para o desenvolvimento dos conhecimentos de NC da licencianda. A licencianda ressaltou também dois aspectos de NC que foram bem compreendidos com a corte histórica, **o conhecimento científico é produzido de maneira colaborativa e a ciência não é linear**, tais aspectos foram muito recorrentes nos textos do portfólio da Bianca. A partir da reflexão da licencianda ao final do primeiro parágrafo, podemos perceber a importância da realização da corte histórica para a aprendizagem de argumentação pela licencianda, visto que a atividade consistia na elaboração de argumentos para defender um posicionamento (a favor ou contra a outorga do prêmio Nobel de Química a Haber). Outro ponto enfatizado pela licencianda foi o *feedback* realizado pela coordenadora e colaboradoras do curso, pois após a realização da corte histórica, os argumentos elaborados pelos grupos foram analisados e a análise foi apresentada e discutida com os licenciandos, o que pela reflexão da licencianda foi importante para a sua aprendizagem.

No segundo parágrafo, a licencianda relatou a discussão sobre alimentos transgênicos, que foi realizada no encontro presencial a partir da leitura dos textos disponibilizados sobre o tema. Em sua reflexão, a licencianda escreveu como é complicado ter uma opinião definida a respeito dos alimentos transgênicos, visto que existem pesquisas a favor e contra o consumo dos mesmos. No terceiro parágrafo, a licencianda ressaltou que **o conhecimento científico é**

**construído a partir de evidências**, destacando o papel da argumentação na ciência. Esse aspecto foi destacado de maneira implícita pela licencianda, e nos mostra que compreende a importância das evidências para a elaboração de argumentos. A licencianda justificou sua afirmativa, ao refletir sobre as leituras dos textos sobre alimentos transgênicos, destacando a falta de evidências que deem suporte às afirmativas contidas nas pesquisas.

No quarto parágrafo, a licencianda mencionou o vídeo assistido sobre alimentos transgênicos, o qual apresentava a visão de pesquisadores a respeito do consumo deles. A fala de um dos pesquisadores presente no vídeo (Jeffrey Smith) lhe chamou atenção, pelo fato do mesmo possuir a capacidade de persuadir as pessoas a partir da “*diversidade enorme de dados científicos*”, que segundo a licencianda, garantiam a confiabilidade de seus argumentos. Isso nos permite afirmar novamente que licencianda percebeu a importância das evidências para a elaboração de argumentos consistentes, que consideramos como **o conhecimento científico é construído a partir de evidências**, aspecto que havia sido citado anteriormente.

#### **Texto 11 - Encontro 31/01/2014**

Nesse texto 11 (apresentado no quadro 13) a licencianda apresentou reflexões sobre as leituras respeito do tema alimentos transgênicos, que serviram de suporte para a elaboração dos argumentos, para a realização do júri simulado. Os textos os quais a licencianda cita faziam parte dos kits elaborados pela coordenadora com o auxílio das colaboradoras. Cada kit continha textos de diferentes fontes (como por exemplo, artigo científico e jornal) sobre o tema alimentos transgênicos. Os licenciandos foram divididos em grupos e cada grupo ficou responsável por ler os textos de um kit, para a posterior apresentação dos mesmos. No entanto, para a realização do júri simulado, os licenciandos deveriam realizar a leitura dos textos de todos os kits.

Neste encontro foi realizada uma discussão sobre os materiais dos kits, onde cada grupo falou um pouco sobre o que leu. Os kits continham textos apresentando diferentes perspectivas quanto à produção e consumo de alimentos transgênicos. Em linhas gerais, pode-se dizer que por mais que pesquisas nesta área estejam sendo realizadas, ainda existem muitas controvérsias quanto aos benefícios ou malefícios de se consumir alimentos geneticamente modificados. Neste sentido, podemos dizer que o tópico “alimentos transgênicos” ainda é uma caixa aberta, isto é, o conhecimento científico acerca deste tema ainda se encontra em construção, já que não existe nenhuma informação concreta e formalizada sobre isto, que nos permita emitir uma opinião a respeito deste assunto. Podemos dizer que, ao contrário da lei da gravidade ou do eletromagnetismo, por exemplo, os conhecimentos acerca dos alimentos transgênicos ainda não se tornaram uma caixa-preta, ou seja, ainda não foram consolidados. Anteriormente, foi trabalhado no PIBID sobre a história da ciência e, em especial, com as “caixas-pretas” da ciência. O objetivo de se trabalhar com os alimentos transgênicos será justamente de estudar a ciência em construção.

Ao discutirmos sobre os textos neste encontro, foi possível identificar um importante aspecto inerente à natureza do conhecimento científico: a ciência não é neutra. No que diz respeito aos alimentos transgênicos, pode-se dizer que as pesquisas realizadas sobre estes alimentos são fortemente influenciadas por quem as financia. Aparentemente, as pesquisas financiadas por órgãos tenham algum interesse na produção deste tipo de alimento, são tendenciosas no sentido de apontar os benefícios do consumo de transgênicos. Por outro lado, existem também pesquisadores que irão afirmar o contrário dos primeiros. Sendo assim, podemos dizer que os interesses dos envolvidos nestas pesquisas estão influenciando o modo como a ciência está sendo produzida. Muitas vezes, estudos sobre determinado assunto não são conduzidos meramente para a produção de conhecimento e sim, para atender ao interesse de terceiros.

Outro ponto importante discutido neste encontro foi sobre patentes. A partir do momento em que a comunidade científica compartilha o conhecimento produzido, é possível conhecer mais sobre determinado assunto e, desta maneira, formar alguma opinião a respeito do mesmo. Contudo, as patentes não permitem este compartilhamento do conhecimento produzido. As patentes são conhecimentos produzidos por alguém, mas que são omitidos e, toda vez que alguém ou alguma entidade faz uso daquele conhecimento, o detentor da patente recebe alguma valorização por isso. Vale lembrar que as patentes devem ser ricas em argumentos que comprovem a veracidade daquele conhecimento, bem como a autenticidade do mesmo. Neste sentido, pode-se dizer que as patentes estão intimamente ligadas ao sistema capitalista, o que reforça nosso pensamento anterior de que a ciência não é neutra.

O tema alimentos transgênicos corresponde ao que tem sido constantemente

discutido nos encontros: a ciência está completamente vinculada a fatores sociais, econômicos e políticos. Ao pensar em todos estes aspectos na sala de aula, é importante lembrar que este tema controverso dos transgênicos deve fazer o aluno atentar para aspectos relacionados à natureza da ciência, tais como a necessidade de evidências concretas para se posicionar diante de um assunto, bem como a eventual parcialidade existente em ciência. O aluno também deve entender que muitas vezes a ciência é provisória. Contudo, também é necessário transmitir segurança ao aluno no sentido de fazê-lo entender que a ciência também trabalha com fatos científicos. Por fim, é importante que o aluno seja inserido neste contexto científico-social para que ele possa se tornar crítico diante das informações que lhes são transmitidas.

**Quadro 13.** Texto 11 do portfólio da licenciada Bianca do encontro do dia 31/01/2014.

Em sua reflexão (primeiro parágrafo), a licencianda relatou que ainda existem muitas dúvidas quanto as consequências do consumo de alimentos transgênicos, e prosseguiu dizendo que o conhecimento sobre alimentos transgênicos é uma “caixa aberta”. Isso pode ter ocorrido devido às explicações realizadas pela coordenadora e por leituras de textos de Bruno Latour que fazem referências a esse termo (ciência acabada ou ciência em construção). Nesse sentido, entende-se que a licencianda quis mencionar que **o conhecimento científico é provisório**, ou seja, não é uma verdade absoluta. A licencianda justificou sua afirmativa ao mencionar que conhecimentos sobre eletromagnetismo e a lei da gravidade são conhecimentos consolidados, diferentemente dos conhecimentos acerca dos alimentos transgênicos, os quais estão em construção. Nesse sentido, podemos afirmar que a licencianda demonstrou uma evolução no seu modo de pensar, pois até o momento ela não havia realizado uma reflexão a qual evidenciasse uma compreensão de que existem consensos na comunidade científica, mas o que não significa que devemos caracterizar a ciência de forma rígida. De modo que, a licencianda demonstrou acreditar que apesar de existir aspectos que podem caracterizar ciência, não significa que esses sejam inflexíveis, ou seja, apesar de compreender que o conhecimento científico é provisório, como ela afirmou, não implica que existam conhecimentos que estejam consolidados e possivelmente não serão refutados (Smith & Scharmann, 1999).

Ao prosseguir (segundo parágrafo), a licencianda destacou que **a ciência não é neutra**, e justificou ao mencionar o fato de que as pesquisas sobre alimentos transgênicos podem ser

altamente influenciadas pelas agências financiadoras. De forma que, na visão da licencianda a ciência não ser neutra, significa que ela sofre influência de fatores como o econômico. Apesar desse aspecto ser semelhante a ciência ser contextualizada, fomos fidedignas a forma como a licencianda o ressaltou, de forma explícita. No terceiro parágrafo, a licencianda continua sua justificativa sobre esse aspecto de NC (a ciência não é neutra), ao escrever sobre as patentes (que haviam sido comentadas pela coordenadora do curso ao dizer sobre o se tratavam e como se distinguiam de artigos científicos). Em sua visão, as patentes impendem que o conhecimento científico seja divulgado amplamente – destacando assim outro aspecto de NC a **divulgação do conhecimento científico** - sendo que estas reforçam a ideia de que **a ciência não é neutra**, pois influenciam a maneira como o conhecimento é divulgado e utilizado.

Ao iniciar o último parágrafo a licencianda ressaltou que o tema alimentos transgênicos, tem relação com o aspecto de NC que foi frequentemente discutido nos encontros presenciais – **a ciência é contextualizada**. Isso demonstra que a licencianda fez distinção entre a ciência não é neutra de a ciência é contextualizada, apesar das justificativas utilizadas para ambos os aspectos serem muito semelhantes. A licencianda prossegue escrevendo sobre como o tema é controverso, o que possibilita a discussão de aspectos de NC como **o conhecimento científico é produzido a partir de evidências**, bem como **o conhecimento científico é provisório**. A licencianda ressaltou esses aspectos de NC, de modo a enfatizar que esses aspectos devem ser compreendidos pelo estudante quando se abordar o tema alimentos transgênicos, de forma que ele também possa se tornar um sujeito crítico. É interessante percebermos que a licencianda ressaltou alguns aspectos de NC que já haviam sido citados, mas os justifica e exemplifica a partir de um novo contexto, que a fez pensar sobre ciência.

### **Texto 13 - Encontro 21/02/2014**

A licencianda realizou reflexões nesse texto (apresentado no quadro 14) sobre o júri simulado a respeito da liberação ou não de verba pelo governo para o financiamento de pesquisas sobre os alimentos transgênicos. Nesse júri a Bianca se passou por uma representante do governo, e julgou quais argumentos eram mais convincentes, os do grupo a favor ou contra o financiamento das pesquisas.

Neste encontro, houve uma simulação de uma sessão plenária na câmara dos deputados. Um grupo de alunos do PIBID deveria representar a empresa Monsanto e argumentar a favor das pesquisas com alimentos transgênicos e outro grupo de alunos representaria o Greenpeace e argumentaria contra a pesquisa com alimentos transgênicos. Na posição de deputados, eu e outros alunos deveríamos votar contra ou a favor da pesquisa com transgênicos, ponderando sobre os argumentos utilizados pelos dois grupos para tomar uma decisão.

No decorrer da apresentação do primeiro grupo, responsável por argumentar contra as pesquisas com transgênicos, pude perceber que o mesmo retirou todos os seus argumentos dos textos disponibilizados para a realização do presente trabalho. Entre os principais argumentos utilizados pelo grupo que julguei serem bastante fortes destacam-se os que se seguem:

- *Conceito de pesquisa descontextualizada*: pesquisas que não levam em consideração o contexto social, humano e ecológico em que determinado conhecimento científico será inserido e utilizado;
- A fome existente no mundo não se deve à insuficiência na produção de alimentos e sim, à distribuição desigual de renda;
- As pesquisas biotecnológicas na área de produção de alimentos transgênicos são insuficientes para assegurar que não existem riscos potenciais resultantes da utilização dos mesmos;
- Evidências de que o consumo de alimentos transgênicos podem trazer riscos à saúde e ao ecossistema;
- Os alimentos transgênicos não são mais viáveis no que diz respeito ao custo de produção em relação às outras formas de produção de alimentos, já que a semente é mais cara por conta dos royalties a serem pagos às empresas;
- As empresas responsáveis pela produção de sementes transgênicas não estão necessariamente interessadas em aumentar a produção de alimentos e/ou combater a fome. Mas antes, seus interesses são essencialmente econômicos;
- *A agroecologia como alternativa à utilização de transgênicos*: a agroecologia se ocupa em investigar o sistema socioecológico em que a produção agrícola e a distribuição de seus produtos acontecem.

Ponderando sobre o discurso realizado por este grupo, foi possível perceber que o mesmo utilizou diferentes argumentos que respaldassem suas ideias, empregando para isso algumas evidências e até mesmo alternativas para o problema em questão.

Já o segundo grupo, responsável pela defesa da pesquisa com transgênicos centrou-se em utilizar aspectos de natureza da ciência para respaldar seus argumentos, entre eles a ideia de que se deve promover a busca pelo conhecimento e que, o desenvolvimento de

pesquisas na área de transgênicos permitiria saber mais sobre este tipo de alimento. Além disso, o grupo argumentou que a produção de alimentos transgênicos poderia ser uma alternativa para erradicar a fome. Este último argumento pode ser considerado fraco uma vez que, conforme o outro grupo argumentou, a fome não se deve à insuficiência na produção de alimentos. Quanto ao primeiro argumento, acredito que ele seja válido, contudo insuficiente para contra argumentar as diferentes questões levantadas pelo grupo representante do Greenpeace. Acredito que a exposição de evidências que mostrassem os benefícios da utilização dos transgênicos poderia contribuir para respaldar a causa defendida pelo grupo.

Por meio da experiência vivenciada não apenas neste encontro, mas como em outros já ocorridos, pude perceber o quão importante é a argumentação na ciência. O convencimento dos pares é algo imprescindível dentro da comunidade científica – uma vez que a “veracidade” de uma proposição só acontece mediante a aceitação da mesma no meio científico – como também fora dela, já que muitas vezes é necessário o apoio de entidades privadas ou públicas para que uma pesquisa possa ser realizada.

Além disso, com a leitura dos textos utilizados na realização desta atividade foi possível constatar um aspecto importante da ciência: que esta não é neutra. No que diz respeito aos alimentos transgênicos, percebe-se que os interesses econômicos e políticos daqueles que patrocinam uma pesquisa, por exemplo, podem influenciar no modo como o conhecimento é produzido.

Por fim, foi interessante notar aspectos da ciência que ainda se encontra em construção, como é o caso dos conhecimentos acerca dos alimentos transgênicos. Em casos como estes, em que o conhecimento ainda não se tornou uma caixa-preta fechada, existem sempre novas questões sendo levantadas e que movem a produção de novos conhecimentos. E por meio desta construção contínua de saberes, nossa civilização será para sempre reconhecida como empreendedora de uma ferramenta grandiosa: a ciência.

**Quadro 14.** Texto 13 do portfólio da licencianda Bianca do encontro do dia 21/02/2014.

Nesse texto a licencianda apresentou inicialmente uma síntese das estratégias de argumentação utilizadas pelos grupos contra e a favor do financiamento de pesquisas sobre alimentos transgênicos pelo governo (quatro primeiros parágrafos).

Continuando sua reflexão (quinto parágrafo) sobre a apresentação dos argumentos dos grupos, a licencianda escreveu que, por meio da experiência vivenciada no Pibid, ela percebeu como é importante a **persuasão na ciência**, como forma de convencer os pares de modo que o conhecimento seja aceito como científico, como também aos financiadores de

pesquisa. Através da leitura dos textos para o júri simulado, a licencianda constatou que foi possível identificar que a **ciência não é neutra** (penúltimo parágrafo) aspecto o qual foi escrito de forma explícita, pois citando o caso dos alimentos transgênicos, a ciência é influenciada pelo contexto político e econômico.

A licencianda utilizou novamente os termos ‘caixa-preta’ e ‘ciência em construção’ (último parágrafo) os quais foram utilizados nas referências (Bruno Latour, 2001), pela coordenadora e por ela própria no portfólio. Além disso, destacou novamente a relevância da ciência como um empreendimento humano e cultural que caracteriza nossa sociedade.

## **4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Na etapa de desenvolvimento dos conhecimentos de NC foram realizados três estudos de caso – dois históricos e um contemporâneo – sendo que uma das tarefas principais do curso de formação era relacionar cada caso a natureza da ciência a partir das interpretações de cada sujeito. A escolha pela tarefa – pensar em natureza da ciência a partir de reflexões propiciadas por diferentes contextos e não como definições a priori – se deveu a relevância desse tipo de abordagem para uma aprendizagem mais ampla de NC, como destacado pela literatura da área (Allchin et al., 2014; Justi & Erduran, 2015; Smith & Scharmann, 1999). Na 1ª etapa do curso, envolvendo essas três atividades, Bianca elaborou 14 textos, sendo apresentados na análise 10, que foram aqueles em que a licencianda apresentou reflexões sobre ciência e ressaltou diferentes aspectos de NC, os quais em diversos momentos foram justificados ou exemplificados, ou seja, eles não foram meramente declarados. Foram criadas seções que visam discutir os principais resultados encontrados na análise do portfólio de acordo com nossos interesses de pesquisa.

#### 4.2.1 CONHECIMENTOS SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA E OS ESTUDOS DE CASO

O quadro 15 apresenta os aspectos de NC ressaltados pela Bianca nos três estudos casos. Ele permite visualizar aspectos de NC que foram comuns nos três contextos de abordagem, e aqueles que foram específicos de um contexto.

ETAPA DE DESENVOLVIMENTO DOS CONHECIMENTOS SOBRE NC: CASOS HISTÓRICOS E CONTEMPORÂNEOS	
KITS HISTÓRICOS	<p>A ciência é contextualizada;</p> <p>A produção do conhecimento científico ocorre de forma colaborativa;</p> <p>A ciência não é linear, ou seja, sua construção é um processo gradativo, no qual ocorre imprevisto e “erros”;</p> <p>A ciência é um empreendimento humano;</p> <p>A persuasão na ciência.</p>
CORTE HISTÓRICA	<p>A ciência é contextualizada;</p> <p>A produção do conhecimento científico ocorre de forma colaborativa;</p> <p>A ciência não é linear, ou seja, sua construção é um processo gradativo, no qual ocorre imprevisto e “erros”.</p> <p>A ciência é um empreendimento humano;</p> <p>A ciência é amoral;</p> <p>As características psicológicas e de caráter do cientista exercem influência na produção e disseminação do conhecimento científico.</p>
JÚRI SIMULADO SOBRE A LIBERAÇÃO DE VERBA PARA PESQUISAS COM TRANSGÊNICOS	<p>A ciência é contextualizada;</p> <p>A persuasão na ciência;</p> <p>A divulgação do conhecimento científico;</p> <p>O conhecimento científico é provisório;</p> <p>A ciência não é neutra;</p> <p>O conhecimento científico é produzido a partir de evidências</p>

**Quadro 15.** Aspectos de NC apresentados pela licencianda Bianca na realização dos casos históricos e contemporâneos.

Nos textos do portfólio referentes aos casos históricos – kits históricos e corte histórica – a licencianda destacou quatro aspectos de NC em comum. Podemos perceber também que nos dois casos históricos, houveram aspectos de NC que foram ressaltados somente em um contexto, devido à natureza das histórias envolvidas. No caso contemporâneo, Bianca ressaltou quatro novos aspectos de NC (que não foram ressaltados nos casos históricos) dos seis aspectos elencados nesse contexto. Esses resultados reforçam a ideia de que diferentes metodologias devem ser utilizadas para inserir NC, pois um único método não é capaz de abordar um amplo conjunto de aspectos de NC (Allchin et al., 2014). Durante a elaboração dos textos para o portfólio, a licencianda foi esclarecendo qual a sua compreensão desses aspectos que estavam sendo aprendidos, a qual está sintetizada a seguir:

- *a ciência é contextualizada*: a licencianda compreendeu que a ciência sofre influência do contexto social, cultural, econômico, político, filosófico, entre outros. Sendo que esses fatores podem interferir de forma direta ou indireta no processo de produção do conhecimento, e que muitas vezes eles motivam novas ideias.
- *a produção do conhecimento científico ocorre de forma colaborativa*: a licencianda entendeu que a construção do conhecimento científico ocorre com as colaborações de diversas formas, por exemplo, na própria comunidade científica, com empresas financiadoras de pesquisa e com aliados políticos.
- *a ciência não é linear*: a licencianda compreendeu que a construção do conhecimento científico é algo complexo, que existem dificuldades e obstáculos que muitas vezes fazem alguns cientistas desistirem de continuar suas pesquisas.
- *a ciência é um empreendimento humano*: a licencianda compreendeu que a ciência é produzida por pessoas normais, que são “passíveis de erro” e não por pessoas com características sobre-humanas.
- *a persuasão na ciência*: a licencianda compreendeu que é necessário o convencimento dos pares para que o conhecimento seja aceito como científico, e o convencimento dos financiadores para que possam investir nas pesquisas.

- *a divulgação do conhecimento científico*: a licencianda entendeu que o conhecimento científico deve ser divulgado para possibilitar troca e partilha de saberes, mas que as patentes tomam direção contrária, ao impedir que o conhecimento científico seja divulgado.
- *a ciência é amoral*: a licencianda compreendeu que a ciência não pode ser rotulada como boa ou má, que são os usos do conhecimento científico que podem trazer boas ou más consequências para a sociedade.
- *as características psicológicas dos cientistas exercem influência na produção do conhecimento científico*: a licencianda destacou que as motivações que levam um cientista a realizar uma pesquisa, seus sentimentos, sonhos e desejos pessoais e de carreira influenciam a maneira como o conhecimento é produzido.
- *o conhecimento científico é provisório*: a licencianda compreendeu que o conhecimento científico não é uma verdade absoluta, mas que existem conhecimentos que estão consolidados, enquanto outros estão em construção.
- *a ciência não é neutra*: a licencianda entendeu que a ciência não é neutra, pois o conhecimento científico pode ser influenciado pelos interesses dos financiadores de pesquisa e das patentes que visam o lucro. Esse aspecto de NC se assemelha a outro aspecto ressaltado pela licencianda – a ciência é contextualizada. No entanto, a licencianda ressaltou somente a influência dos interesses dos financiadores e as patentes, para justificar que a ciência não é neutra. Para a ciência contextualizada, a licencianda abrangeu vários contextos (econômico, político, social, filosófico, entre outros). Além disso, buscamos ser fidedignos a sua visão de NC, pois a licencianda destacou de forma clara que a ciência não é neutra (ela utilizou essas palavras) e, em outros momentos, ressaltou que a ciência sofre influência de diversos contextos, como o político, econômico, social, entre outros (o qual escrevemos, de forma geral, a ciência é contextualizada), sem mencionar o termo neutro, por isso consideramos ambos como aspectos que caracterizam ciência na concepção dela.

- *o conhecimento científico é produzido a partir de evidências:* a licencianda entendeu que as evidências (dados e informações obtidos de diversas fontes) são importantes para a produção do conhecimento científico, pois fornecem credibilidade às afirmativas científicas. Para a licencianda as evidências são elementos importantes para se formular bons argumentos que são capazes de convencer os pares sobre o status do conhecimento científico.

De acordo Allchin et al. (2014), ao serem realizados estudos de casos históricos na instrução dos estudantes, eles devem ter a perspectiva de ciência em construção, ou seja, os estudantes devem se imaginar na época a ser estudada, pensando em que circunstâncias o conhecimento científico estava sendo produzido. Alguns aspectos de NC ressaltados pela licencianda demonstram sua compreensão da ciência nessa perspectiva. Por exemplo: ao compreender que a ciência é contextualizada, a licencianda buscou elementos da história de Fritz Haber que explicavam a necessidade da produção de amônia em larga escala (o crescimento populacional da Alemanha e a dificuldade de sintetizar fertilizantes para a produção de alimentos) e as dificuldades encontradas pelo cientista para sintetizar a amônia em larga escala (tais como os equipamentos necessários para operar nas condições específicas de temperatura e pressão e os catalisadores mais apropriados para o bom rendimento da reação química); ao compreender que o conhecimento científico é produzido de forma colaborativa, a licencianda destacou a importância do apoio político na realização da pesquisa do cientista Joliot (para fabricar uma máquina que substituiria a máquina a vapor, Joliot necessitava de uma pessoa que financiasse sua pesquisa). Desse modo, ao ser solicitada a pensar no contexto da época, a licencianda compreendeu como e o porquê da produção do conhecimento sobre a síntese da amônia em escala industrial e a necessidade de colaboradores de forma tornar realizável a pesquisa do cientista Joliot.

Todavia, o que tem prevalecido no ensino de ciências, química, em específico, é uma abordagem histórica que não auxilia o estudante a pensar no contexto de produção do conhecimento e identificar a especificidade dos episódios históricos contribuindo para a compreensão das complexidades da ciência. Outro ponto a ser levado em consideração, diz respeito à qualidade das fontes de informação sobre a história da ciência, pois as que são mais acessíveis que os documentos produzidos pelos historiadores (por exemplo, livros

didáticos, internet, revistas e jornal) podem apresentar concepções errôneas sobre a ciência, como a ideia de que o conhecimento científico é uma verdade absoluta e acumulativa, ou seja, essas fontes de informação pouco contribuem para o desenvolvimento de visões mais coerentes sobre a ciência a partir da análise de episódios históricos, pois podem se tratar de pseudo ou quasi-histórias<sup>23</sup>. Dessa forma, é importante pensar na abordagem metodológica para se trabalhar com história da ciência nos cursos de formação de professores, e sua influência para as práticas pedagógicas deles, visto que são eles que poderão propor formas interessantes de se trabalhar com a história da ciência no ensino de ciências e, assim, contribuir para o desenvolvimento de visões menos ingênuas sobre ciência dos estudantes da educação básica (Matthews, 1995; Porto, 2010).

Além da visão de ciência em construção, os casos históricos foram importantes para que a licencianda demonstrasse compreensão do papel do debate e da crítica, motivações, colaboração na ciência, como pode ser comprovado pelas categorias: o conhecimento científico é produzido de forma colaborativa; a persuasão na ciência e as características psicológicas dos cientistas exercem influência na produção do conhecimento científico, que apareceram nos textos do portfólio.

De acordo com Viana e Porto (2010), uma abordagem histórica pode possibilitar a compreensão da ciência como um empreendimento humano, relacionando aos aspectos éticos, políticos e sociais. Aspectos como a ciência é uma produção humana e a ciência amoral, ressaltados pela licencianda, evidenciam essa compreensão.

Nos textos do portfólio referentes ao caso contemporâneo (textos 10, 11 e 13), a licencianda apresentou reflexões que, de acordo com Allchin (2011), podem ser entendidas como uma compreensão funcional de NC. Isto ocorreu quando ela refletiu sobre o papel das evidências para avaliar a credibilidade das afirmativas científicas de forma a fundamentar tomadas de decisão frente aos problemas. Por exemplo, no texto 10, a licencianda destacou, de forma explícita, como os aspectos de NC podem auxiliar o indivíduo a tomar decisões sobre o consumo ou não de alimentos transgênicos, sendo as evidências científicas importantes para

---

<sup>23</sup> O termo pseudo-história pode ser entendido como casos em que a história é contada de forma fragmentada e com a omissão do contexto, transmitindo assim ideias falsas sobre o processo histórico da ciência e a natureza do conhecimento científico. Na quasi-história tem-se uma falsificação da história, pois os fatos são apresentados de forma distorcida (Matthews, 1995).

se ter um posicionamento a favor ou contra o consumo desse tipo de alimento. Para Allchin (2011), podemos afirmar que isso seja compreensão de Natureza da Ciência, pois para o autor isto compreende entender o modo como a ciência funciona, ou seja, conhecimentos baseados em argumentos sustentados por evidências.

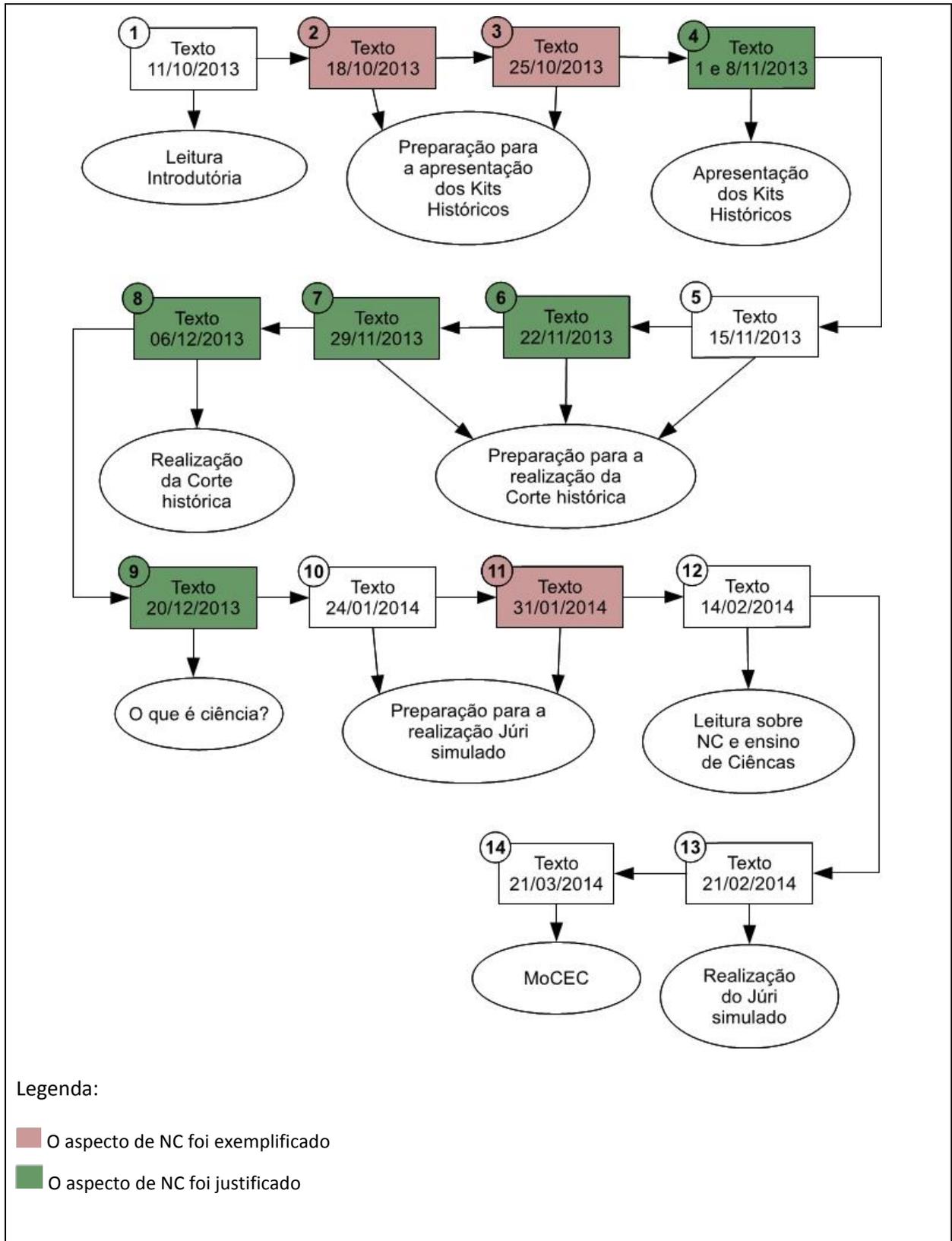
Segundo Allchin et al. (2014), casos contemporâneos possibilitam que o estudante torne-se apto a analisar os aspectos de incerteza, provisoriedade, subjetividade da ciência, como pode ser visto nos aspectos de NC ressaltados pela licencianda (a ciência não é neutra, o conhecimento científico é provisório). Os autores também afirmam que os casos contemporâneos podem favorecer a compreensão do papel do financiamento, interesses políticos e o contexto social que influencia e é influenciado pela ciência. Tais aspectos estiveram presentes no portfólio da licencianda, como exposto nas categorias – a ciência é contextualizada, a ciência não é neutra, a persuasão na ciência e a divulgação do conhecimento científico.

#### **4.2.2 SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA**

Entre os vários aspectos de NC ressaltados pela Bianca, três foram muito recorrentes – a ciência é contextualizada, o conhecimento científico é produzido de maneira colaborativa e a ciência não é linear. A evolução da compreensão desses três aspectos de NC será apresentada a seguir. Nas figuras 3, 4 e 5 foi utilizada uma legenda para identificação de como esse aspecto foi mencionado no portfólio, sendo que a cor branca indica que naquele texto o aspecto de NC não foi ressaltado.

- *A ciência é contextualizada*

A ciência é contextualizada foi o aspecto de NC mais recorrente. Bianca mencionou que esse foi o aspecto de NC que mais a marcou ao realizar as atividades e a fez refletir sobre o que é ciência (texto 4). Na figura 3 podemos observar em quais textos a licencianda ressaltou que a ciência é contextualizada e de que forma isso foi feito.



**Figura 3.** Ciência é contextualizada nos textos do portfólio de Bianca da etapa 1 do curso de formação inicial.

A partir da figura 3, podemos observar que o aspecto de NC – *a ciência é contextualizada* – foi ressaltado em oito dos quatorze textos. Iremos destacar a relação entre o conhecimento desenvolvido pela licencianda sobre essa categoria com cada atividade vivenciada no curso de formação. No texto 1, a licencianda fez uma descrição do encontro presencial e um resumo dos aspectos centrais da referência bibliográfica, que abordavam o papel central da história da ciência no ensino de ciências. Pelo caráter da atividade realizada no encontro relativo ao texto 1, a licencianda não apresentou reflexão sobre aspectos de NC. Nos textos 2 e 3, as reflexões sobre NC deveriam envolver o trabalho dos grupos com a leitura dos textos presentes nos kits históricos, isto é, a maneira como estavam pensando em contá-los relacionando com ciência. Nesses textos a licencianda trouxe exemplos das histórias dos cientistas Joliot e Pasteur para evidenciar que a ciência é contextualizada.

No texto 4, a licencianda apresentou reflexões sobre os textos presentes no kit histórico, que apresentavam as histórias dos cientistas Joliot, Diesel, Mohr e Pasteur, e afirmou que esse aspecto de NC – a ciência é contextualizada – foi a que mais a marcou na elaboração da atividade e a fez refletir sobre o que é ciência. A licencianda afirmou nesse texto que os fatores sociais, políticos, econômicos etc. são os que “motivam e impulsionam novas ideias”, como por exemplo, a criação de “novos medicamentos para a cura de doenças”. A licencianda também justificou sua afirmativa, de forma coerente, a partir da história do cientista Diesel, escrevendo sobre a proposta de criação de novas máquinas que operassem de acordo com o princípio do ciclo de Carnot, devido a baixa eficiência das máquinas à vapor, mostrando dessa forma que as questões de pesquisa são contextualizadas. Os textos 2, 3 e 4 são evidências de como o conhecimento da licencianda sobre a ciência ser contextualizada foi sendo elaborado a partir dos textos presentes no kit histórico e da atividade relacionada a eles, de tal forma que no texto 4 ela chegou a mencionar que tal aspecto de NC foi o que mais ficou nítido para ela em todas as discussões.

Os textos 5 a 8 deveriam fazer menção a atividade denominada corte histórica. No texto 5 a licencianda não ressaltou o aspecto de NC, apenas relatou as atividades realizadas naquela semana, que envolviam a leitura dos textos para a atividade da corte histórica. No texto 6, Bianca destacou que a história de Fritz Haber e a síntese da amônia em escala industrial foi a que melhor ilustrou que a ciência é contextualizada, e sintetizou, de forma coerente, o

percurso desse cientista para justificar sua afirmativa. Nos próximos textos, 7 e 8, referentes a preparação e o dia da realização da corte histórica, respectivamente, a licencianda ressaltou que a ciência é contextualizada e utilizou de forma adequada trechos da história de Fritz Haber para justificar sua afirmativa.

No texto 9, os licenciandos deviam refletir sobre o que é ciência, a partir das atividades realizadas até aquele momento. Nesse texto, a licencianda mencionou as histórias dos cientistas Fritz Haber, Diesel e Joliot para exemplificar o aspecto de NC e justificar sua afirmativa. A forma como a história da ciência foi utilizada pela licencianda demonstra que ela entendeu a característica de NC aqui discutida baseada nos contextos históricos estudados. De acordo com Viana e Porto (2010), a história da ciência pode estimular o pensamento crítico e proporcionar a reflexão, como pode ser observado nos textos da Bianca, no qual suas reflexões, apresentadas com justificativas e exemplos, demonstraram a compreensão clara de que a ciência é contextualizada.

Os textos 10 e 11 envolveram a preparação para o júri simulado sobre liberação de verba pelo governo para pesquisas com alimentos transgênicos. No texto 10, a licencianda não fez menção a característica de NC discutida nesta subseção. No texto 11 a licencianda destacou que a ciência é contextualizada e citou o tema que estava sendo estudado (os alimentos transgênicos) como um exemplo que ilustra essa característica da ciência. Nos textos 12, 13 e 14, referente às leituras sobre NC e o ensino de ciências, a realização do júri simulado e a apresentação do MoCEC, respectivamente, a licencianda não ressaltou o aspecto de NC.

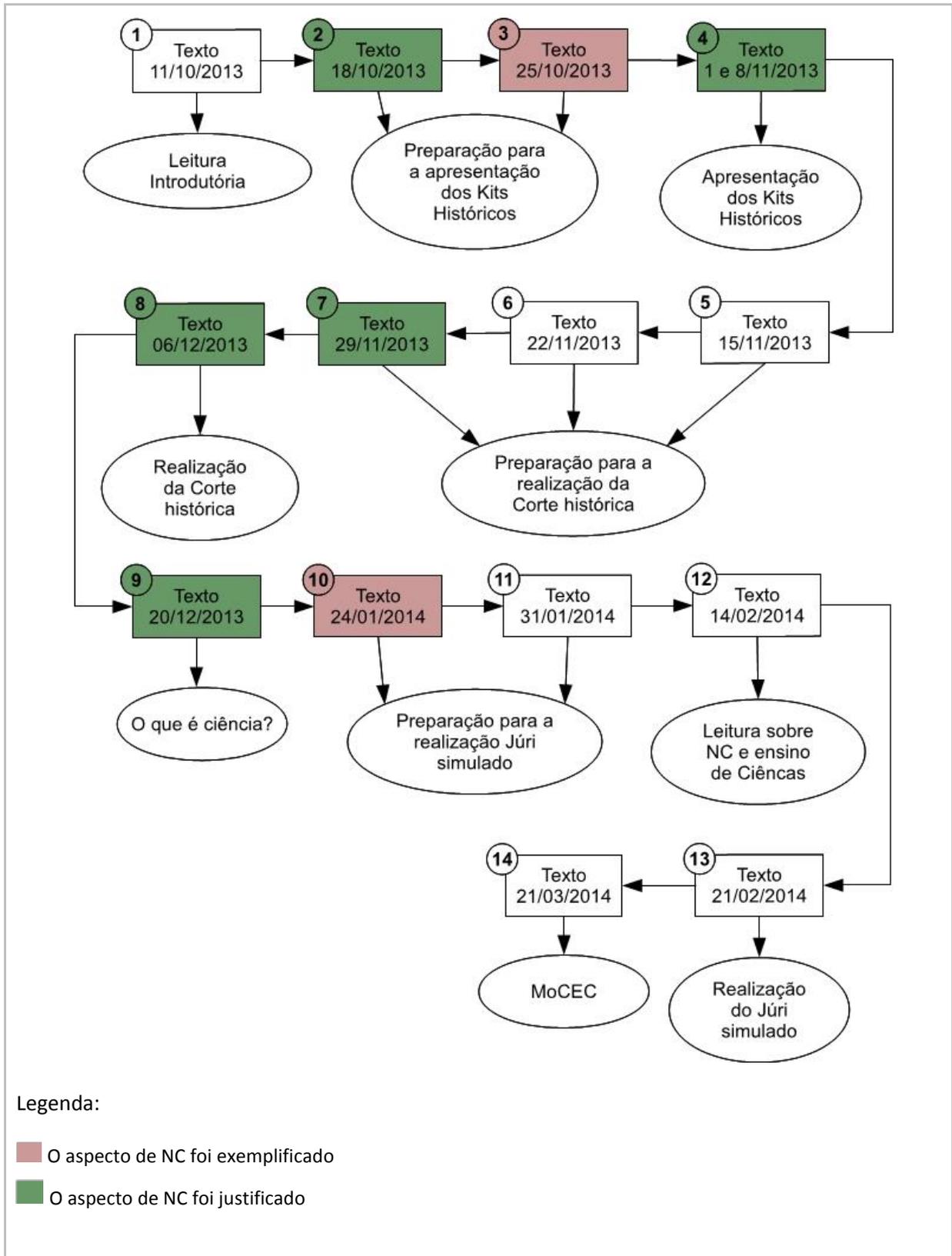
A figura 3 permite visualizar que Bianca compreendeu o aspecto de NC ciência é contextualizada a partir das diferentes atividades do curso de formação. É válido ressaltar que para a realização dos três estudos de casos todos os licenciandos receberam textos que os auxiliavam na realização das atividades. Porém, os textos não apresentavam os aspectos de NC de forma explícita, ou seja, era trabalho dos licenciandos pensar sobre eles. No caso da Bianca, podemos afirmar que ela realizou reflexões sobre ciência, pois ela destacou diversos aspectos de NC, sabendo em vários momentos justificá-los e exemplificá-los, a partir da reflexão sobre os textos fornecidos para a realização das atividades, discussões realizadas nos encontros presenciais e as apresentações dos casos históricos.

Ao ressaltar que a ciência é contextualizada a licencianda se preocupava em apresentar um

exemplo ou justificativa, que demonstrava sua compreensão sobre ciência. Em alguns momentos, suas explicações foram mais esclarecedoras, quando apresentava mais elementos das histórias estudadas para justificar o aspecto de NC, como pode ser observado nos textos referentes à corte histórica. É interessante observar também que ao escrever, em alguns momentos, sobre o contexto histórico (por exemplo, sobre a história de Fritz Haber), a licencianda não contava a história de forma anacrônica, mas buscava enxergar a mesma como se estivesse vivendo na época relatada. Ou seja, não olhava o passado com os olhos do presente, buscando compreender conceitos do passado de acordo com os conceitos atuais. A licencianda também buscava contextualizar as ideias do passado, de modo a compreender o pensamento científico peculiar do período em análise (Viana & Porto, 2010). Temos evidências de que isso ocorreu nos textos em que a licencianda buscou apresentar, por exemplo, o contexto histórico da época e as motivações do cientista para realizar suas pesquisas, como nos textos 7 e 8. É válido ressaltar que as instruções da coordenadora era de que os licenciandos deviam elaborar os argumentos para a corte histórica pensando como se estivessem vivendo naquela época (ano de 1920). De modo que, para elaboração dos argumentos os licenciandos tinham a liberdade para escolher quais aspectos eram mais pertinentes (por exemplo, aspectos históricos da época ou relativos ao conhecimento químico). A instrução da coordenadora foi importante, pois instigou os licenciandos a buscarem compreender o contexto da época, se limitando aos fatos do passado. No caso da Bianca, podemos perceber que ela procurou compreender o contexto da época nos textos em que ela apresentou o contexto histórico para justificar a necessidade da produção de amônia em larga escala (textos 6,7 e 8).

- *O conhecimento científico é produzido de forma colaborativa*

O segundo aspecto de NC mais destacado pela licencianda foi que o conhecimento científico é produzido de forma colaborativa. E assim como no caso anterior, Bianca ressaltou esse aspecto nos diversos contextos, como podemos observar na figura 4.



**Figura 4.** Conhecimento científico é produzido de maneira colaborativa nos textos do portfólio de Bianca da etapa 1 do curso de formação inicial.

A partir da figura 4 podemos observar que o aspecto de NC – o conhecimento científico é produzido de maneira colaborativa – foi ressaltado em sete dos quatorze textos do portfólio. No texto 2, a licencianda justificou sua afirmativa fazendo referência ao texto disponibilizado para leitura, sobre a história do cientista Diesel, no que se refere aos colaboradores da criação do motor a diesel. No texto 3, a licencianda mencionou a história do cientista Joliot como exemplo de que os cientistas não trabalham sozinhos, necessitam de colaboradores para a realização de suas pesquisas.

No texto 4 (referente as apresentações dos textos históricos), a licencianda apresentou de forma mais clara sua compreensão sobre o aspecto de NC, ao justificar coerentemente sua afirmativa, a partir da sua reflexão das histórias dos cientistas que havia estudado. Em sua reflexão, a licencianda afirmou que após analisar as histórias dos cientistas, ela pôde perceber que estes necessitam de colaboradores seja na área política, econômica, acadêmica, na comunidade científica, na indústria, entre outros. Ao refletir sobre os colaboradores, a licencianda conclui que o produtor do conhecimento não é somente o cientista, mas todos que participam do processo de produção do conhecimento, apesar de em muitos momentos, não serem lembrados pela história da ciência.

É importante ressaltar que pensar sobre o produto, processo e produtor da ciência foi uma tarefa que os licenciandos deveriam realizar a pedido da coordenadora, de modo que eles pudessem pensar sobre ciência. Na reflexão da licencianda, ficou evidente que a tarefa possibilitou a reflexão sobre ciência, e, em específico, no texto 4, sobre os colaboradores da ciência.

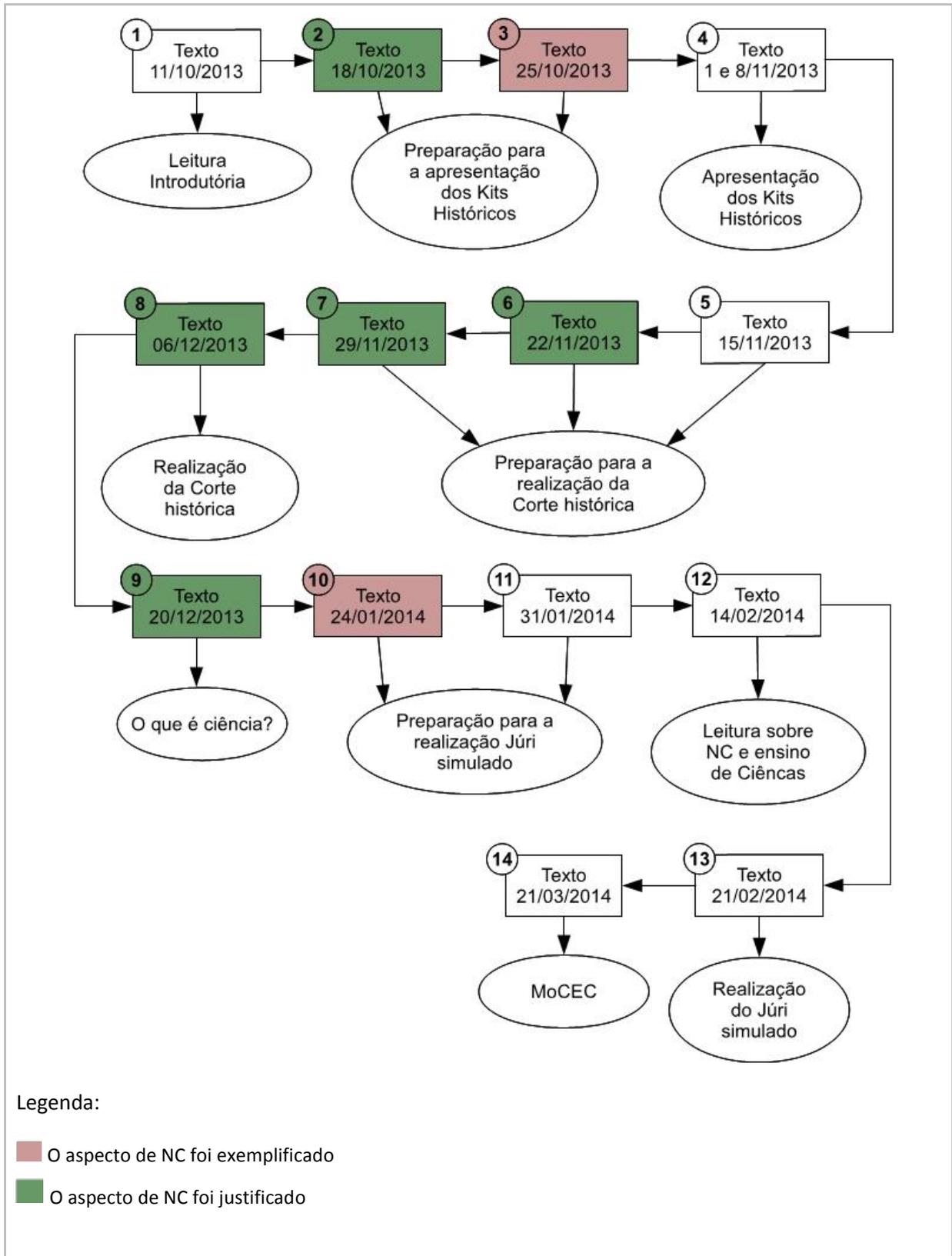
Nos textos 7 e 8, referentes a preparação e realização da corte histórica, a licencianda mencionou a colaboração do cientista Carl Bosh e da empresa BASF à pesquisa de Fritz Haber, justificando sua afirmativa. A licencianda demonstrou novamente que compreendeu que colaboradores da ciência podem ser tanto cientistas como empresas financiadoras de pesquisas. Como destacado anteriormente, de acordo com Allchin et al. (2014), os casos históricos podem proporcionar a compreensão do papel da colaboração na ciência. Isso pode ser bem evidenciando nos textos da licencianda, não somente a ideia de que o cientista não trabalha sozinho e isolado da sociedade, mas de que maneira formam colaborações para a produção do conhecimento científico.

No texto 9, a licencianda citou a história de Joliot como exemplo e justificou sua afirmativa destacando que o cientista necessitou recorrer a um representante político para realizar sua pesquisa, que não possuía o mesmo interesse pessoal (Joliot possuía o interesse em produzir uma máquina mais eficiente que substituiria a máquina a vapor, mas o interesse político era produzir uma nova fonte de energia), demonstrando novamente compreender que a colaboração na ciência pode ocorrer de diferentes maneiras. No texto 10, a licencianda destacou que compreendeu que o conhecimento científico é produzido de maneira colaborativa e mencionou que a corte histórica foi importante para que isso ocorresse.

De forma geral, podemos afirmar que a licencianda explorou a ideia de que o conhecimento científico é produzido de forma colaborativa ao apresentar exemplos e justificativas coerentes que subsidiaram suas afirmações. Os casos históricos demonstraram serem importantes para a reflexão da licencianda desse aspecto de NC, pois foi somente nos textos referentes a essas atividades que a licencianda ressaltou tal aspecto de NC, e como mencionado anteriormente, os casos históricos favorecem a compreensão da colaboração na ciência. É interessante perceber que esse aspecto apesar de poder ser compreendido em estudos de caso contemporâneo, não foi ressaltado pela licencianda na atividade do júri simulado. Isso pode estar relacionado aos aspectos que mais a marcaram na realização do júri, e sua interpretação dos textos lidos sobre tema.

- *A ciência não é linear*

Esse foi o terceiro aspecto de NC mais destacado pela Bianca. Na figura 5 podemos observar em quais textos a licencianda afirmou que a ciência não é linear e em quais contextos.



**Figura 5.** Ciência não é linear nos textos do portfólio de Bianca da etapa 1 do curso de formação inicial.

A partir da figura 5, podemos observar que o aspecto de NC – a ciência não é linear – foi ressaltado pela Bianca em seis dos quatorze textos do portfólio. No texto 2, a licencianda citou um trecho de um texto que fazia parte do kit histórico para afirmar que a ciência não é linear. No texto 3, a licencianda, ao mencionar que o conhecimento científico não é construído “livre de erros e tentativas frustradas”, citou a história do cientista Diesel como exemplo desse aspecto de NC.

No texto 7, a licencianda ressaltou que a ciência não é linear e justificou sua afirmativa a partir da história do cientista Fritz Haber, escrevendo sobre as dificuldades encontradas pelo cientista para sintetizar a amônia em larga escala. Sua reflexão sobre a história de Fritz Haber continua no texto 8, em que a licencianda utilizou novamente elementos da história desse cientista para justificar que a ciência não é linear. No texto 9, a licencianda fez uma reflexão sobre como “a ciência é dinâmica”, e como “novos conhecimentos estão constantemente sendo produzidos, novas ideias são consolidadas e algumas ideias já consolidadas vão sendo aprimoradas ou até mesmo contraditas”, ou seja, a não linearidade da ciência. Podemos observar a partir dos textos 2, 3, 7, 8 e 9 que a licencianda demonstrou compreender que a ciência não é linear, apresentando exemplo e justificativa. Os casos históricos foram os que favoreceram a compreensão desse aspecto de NC. Isso pode ter ocorrido devido aos contextos das histórias apresentadas, que mostravam as dificuldades encontradas pelos cientistas para conduzirem suas pesquisas.

No texto 10, a licencianda escreveu que a atividade que foi importante para a compreensão de que a ciência não é linear foi a corte histórica, o que pode ser observado, por exemplo, nos textos 7 e 8, nos quais ela utilizou a história de Fritz Haber em vários momentos para afirmar o aspecto de NC. A visão da licencianda de que o conhecimento não é acumulativo, mas provém de processos complexos de construção, contraria o que geralmente se observa nas pesquisas sobre as visões dos professores sobre ciência (Gil-Pérez, Montoro, Alís, Cachapuz, & Praia, 2001). Não somente a visão de que a ciência é linear, mas como as demais características da ciência ressaltadas pela licencianda. Por exemplo, o pensamento de que a ciência é neutra, descontextualizada e que o conhecimento científico não é construído de forma colaborativa (Gil-Pérez et al., 2001), são destacadas na literatura como

as visões deformadas sobre ciência apresentadas por professores e alunos das áreas de ciências. Por sua vez, a licencianda demonstrou não apresentar nos contextos investigados e com base em seus argumentos.

Como pode ser percebido nas duas seções anteriores, os aspectos de NC ressaltados pela licencianda foram mais amplos se comparados a lista de princípios de Lederman et al. (2002), porque abrangeram várias áreas de conhecimento da ciência, como aquelas apresentadas no modelo proposto por Justi e Erduran (2015). Por exemplo, a produção do conhecimento científico ocorre de forma colaborativa (sociologia da ciência), a ciência é uma produção humana (antropologia da ciência), várias características psicológicas e de caráter dos cientistas exercem influência na produção do conhecimento científico (psicologia da ciência), a ciência é amoral (filosofia da ciência), o conhecimento científico é provisório (história da ciência), entre outros. Desse modo, podemos afirmar que a licencianda foi capaz de elencar variados aspectos de NC, que podem ser interpretados a partir da perspectiva das grandes áreas da ciência (filosofia, história, psicologia, etc.), o que reafirma que sua visão de NC foi ampliada. Por sua vez, a lista de princípios de Lederman et al. (2002) foi elaborada pensando nas áreas da filosofia e sociologia da ciência, ou seja, abrange somente duas áreas da ciência, além de estar reduzida a sete aspectos de NC.

#### **4.2.3 PORTFÓLIO E AVALIAÇÃO DOS CONHECIMENTOS DE NATUREZA DA CIÊNCIA**

Em todos os textos produzidos para seu portfólio a licencianda realizou reflexões acerca do tema principal do curso, permitindo que pudéssemos realizar uma avaliação sobre seus conhecimentos sobre ciência. Os textos do portfólio nos forneceram várias evidências de que ela compreendeu diversos aspectos de NC de forma contextualizada e que sua visão sobre ciência havia sido ampliada.

Através das reflexões realizadas pela licencianda nos textos 8, 9 e 10, podemos verificar que ela percebeu que sua visão sobre ciência havia sido ampliada e, segundo a licencianda, isso ocorreu a partir das discussões nos encontros presenciais e atividades desenvolvidas no curso. Ao fazer menção ao quanto sua visão sobre ciência havia sido ampliada no texto 8, a licencianda destacou que sua visão anterior era “idealizada e minimalista” e como estudar o assunto foi para ela algo prazeroso. Para justificar o quão minimalista era sua visão inicial,

ela disse ter tomado noção sobre o quão complexo era o empreendimento científico e que isso só a levou a ter mais apreço por essa forma de produção de conhecimento. Nesse texto a licencianda demonstrou ter consciência do seu estado de conhecimento sobre ciência (metacognição). Ela também afirmou, explicitamente, no texto 9, que não havia tido momento específico de sua graduação para refletir sobre o que é ciência, que isso ocorreu no curso de formação inicial sobre o tema NC. Nesse sentido, o portfólio contribuiu para que a licencianda realizasse autoavaliação, ao reconhecer que seu conhecimento sobre ciência era simplista e havia sido ampliado, assim como metarreflexão, ao refletir sobre como nunca havia pensado sobre aspectos da ciência. Podemos afirmar que o ato de refletir sobre o pensamento e a própria aprendizagem pela licencianda favoreceu o desenvolvimento de habilidades metacognitivas, e a se autoavaliar, pensando no que aprendeu com as atividades do curso de formação. Esse processo de exame dos próprios pensamentos se mostrou importante para auxiliar a licencianda a compreender diversas características sobre ciência, nos fornecendo evidências da sua aprendizagem sobre ciência.

Através do portfólio podemos perceber, como mencionado anteriormente, momentos em que a licencianda realizou autoavaliação. Segundo Villas Boas (2005), o portfólio permite a realização de autoavaliação, principalmente quando o professor em formação seleciona evidências de aprendizagem. Ao longo dos textos, podemos identificar várias evidências de aprendizagem sobre ciência, nos momentos em que a licencianda refletiu sobre ciência, ressaltando os aspectos de NC que puderam ser compreendidos a partir dos estudos de casos, apresentando vários exemplos e justificativas que ajudaram a esclarecer qual a sua compreensão sobre ciência. Por exemplo, o aspecto a ciência é contextualizada foi ressaltado em oito textos, sendo que em três deles o aspecto foi exemplificado e em cinco ele foi justificado. Foi possível perceber em alguns textos (por exemplo, texto 6) que a licencianda faz uma apropriação consciente de que a ciência é contextualizada, destacando o aspecto de forma explícita. Nesse sentido, podemos afirmar que o texto possibilitou que a licencianda, não somente refletisse sobre ciência, mas também fosse capaz de realizar julgamentos sobre sua aprendizagem, reconhecendo a mudança de seu entendimento sobre ciência.

Ao escrever no texto 9 que se negava a caracterizar o que seria a ciência, porque poderia ser demais simplório, a licencianda demonstrou compreender que não existe uma definição sobre natureza da ciência, que seja capaz de descrever completamente e com todos os detalhes o empreendimento científico. Essas reflexões são importantes, pois na literatura encontramos estudos que apontam que os professores de ciências possuem visões inadequadas sobre ciência (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Irez, 2006; McComas, 2008). Sendo que a própria licencianda reconhecer que sua visão sobre ciência era muito simplista foi importante para que ela pudesse (re)pensar sobre o tema, como pode ser observado nos textos no qual fez relações bastante coerentes entre os estudos de caso e NC. Segundo Abd-El-Khalick e Lederman (2000), o resultado da aprendizagem sobre NC está relacionado ao estado afetivo do sujeito se comparado ao cognitivo, ou seja, a motivação e interesse do sujeito em aprender determinado conteúdo. Nesse sentido, julgamos que o interesse pelo estudo do tema do curso pela licencianda, como explicitado nos textos, pode ter sido fundamental para o desenvolvimento dos seus conhecimentos sobre NC, como pode ser observado pela análise de seus textos e a qualidade de suas reflexões.

Em alguns momentos, a licencianda destacou a relevância da realização de discussões a cerca dos temas trabalhados no curso de formação durante os encontros presenciais. Podemos perceber pelos seus textos que as discussões contribuíram para sua melhor compreensão sobre ciência. Por exemplo, no texto 8 a licencianda ressaltou que várias discussões foram realizadas sobre aspectos relacionados a natureza do conhecimento científico, assim como a importância desses aspectos para que ela adquirisse uma visão mais ampla e humanizada da ciência. No texto 9, a licencianda destacou como sua visão sobre ciência havia sido ampliada a partir das discussões e atividades realizadas. Desse modo, podemos dizer que através do portfólio a licencianda nos forneceu evidências da importância da abordagem explícita para a compreensão sobre ciência. Isso enfatiza a necessidade do ensino explícito de NC em cursos de formação, que segundo Abd-El-Khalick e Lederman (2002), é mais eficaz que uma abordagem implícita, pois alcança melhores resultados, no que diz respeito a aprendizagem de NC, pois os estudantes são auxiliados a entender aspectos específicos sobre ciência que poderiam passar despercebidos caso não tivessem oportunidade de pensar em alto ou em conjunto sobre o que fizeram.

O portfólio permitiu explorar as ideias sobre ciência da licencianda, pois concedia a ela a liberdade e tempo para expor suas ideias, sem se limitar a simples respostas de um questionário, valorizando o processo de aprendizagem. Mas para isso foi fundamental o interesse da licencianda pelo tema, pois não houve direcionamento em relação aos aspectos do curso de formação que os licenciandos deveriam relatar e refletir nos textos (com exceção do texto 9), mas a orientação de que deveriam escrever o que lhes fosse mais significativo. Com relação ao tempo, a licencianda possuía um período considerável para refletir e escrever suas ideias nos textos (uma semana, salvo algumas exceções), o que de acordo com Guerra-Ramos (2012), não pode ser feito através de questionários que devem ser respondidos no próprio local, com tempo determinado.

Por ser o portfólio um documento elaborado ao longo do curso, ele possibilitou a realização de *feedback* que auxiliava os licenciandos a refletirem melhor sobre as atividades realizadas no curso. A coordenadora e as colaboradoras do curso, periodicamente, realizavam *feedback* sobre a produção dos textos, de modo que os licenciandos recebiam novas orientações para a elaboração dos mesmos. As orientações, em muitos momentos, se remetiam a importância da realização de reflexão sobre as atividades realizadas, pois muitos licenciandos faziam apenas descrições dos encontros. A importância desse retorno pode ser evidenciada no texto 10, no qual a licencianda ressaltou como o *feedback* realizado pelas coordenadora e colaboradoras do curso, após a realização da corte histórica (no qual foi apresentado da análise dos argumentos dos grupos a favor e contra o recebimento do prêmio Nobel de Química por Fritz Haber e as características de NC atreladas ao caso histórico). Segundo a licencianda, o retorno contribuiu para ela desenvolver suas habilidades argumentativas, o que para ela é importante tanto para o ambiente científico quanto para a sala de aula.

## CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PARA PESQUISA E ENSINO

### 5.1 CONCLUSÕES

Com o intuito de responder as questões de pesquisa, apresentamos as conclusões da investigação referente aos aspectos que evidenciam qual a visão de NC da licencianda a partir de suas reflexões nos textos do portfólio e como eles nos forneceram informações sobre a aprendizagem dela.

#### ***Quais são as visões de NC apresentadas pela licencianda em suas reflexões no portfólio?***

Nosso objetivo com essa questão de pesquisa era investigar a visão de NC da licencianda, ou seja, quais os aspectos que a licencianda considerou característicos da ciência e qual a compreensão dela sobre esses aspectos a partir das reflexões propiciadas pelo curso de formação inicial e presentes no portfólio. Para respondê-la analisamos os textos do portfólio identificando os momentos em que a licencianda realizou reflexões sobre ciência, ressaltando aspectos de NC, os quais foram exemplificados ou justificados, e em qual contexto eles emergiram (caso histórico (I ou II) ou caso contemporâneo).

Concluimos que diversos aspectos de NC foram compreendidos pela licencianda e que os casos históricos e o caso contemporâneo, assim como as discussões realizadas sobre essas atividades nos encontros presenciais do curso de formação, foram importantes para o desenvolvimento desses conhecimentos.

No caso histórico I, referente a apresentação das histórias presentes no kit histórico, a licencianda ressaltou cinco aspectos de NC passíveis de serem discutidos a partir da análise das histórias. Foram eles: a ciência é contextualizada; a produção do conhecimento científico ocorre de forma colaborativa; a ciência não é linear, ou seja, sua construção é um processo gradativo, no qual ocorre imprevisto e “erros”; a ciência é uma produção humana; e a persuasão na ciência. Os dois primeiros foram mais recorrentes que os demais nos textos referentes a esse estudo de caso. Porém, para todos os aspectos de NC a licencianda apresentou justificativas ou exemplos, que serviram como evidências de sua compreensão

dos mesmos de forma coerente, isto é, ela foi capaz de mostrar claramente como pensou sobre aquela característica de ciência e o que corroborou para tal. Isto porque para cada momento em que a licencianda destacava algum aspectos de NC, ela utilizou elementos das histórias dos cientistas presentes no kit histórico que evidenciavam e esclareciam sua compreensão sobre ciência.

No caso histórico II, referente a realização da corte sobre uma controvérsia histórica, a licencianda apresentou quatro aspectos que caracterizam ciência semelhantes aos destacados no caso histórico I e dois novos aspectos. Foram eles: a ciência é contextualizada; a produção do conhecimento científico ocorre de forma colaborativa; a ciência não é linear, ou seja, sua construção é um processo gradativo, no qual ocorre imprevisto e “erros”; a ciência é uma produção humana; a ciência é amoral; e as características psicológicas e de caráter do cientista exercem influência na produção e disseminação do conhecimento científico. Assim como no caso anterior, os aspectos sempre foram justificados ou exemplificados a partir das reflexões sobre o caso histórico II passíveis de serem realizadas com base nos fatos históricos.

Para o caso contemporâneo, referente a realização do júri simulado sobre a liberação (ou não) de verba do governo para pesquisas com alimentos transgênicos, foram ressaltados sete aspectos de NC, sendo que cinco deles ainda não haviam sido destacados. Foram eles: a ciência é contextualizada; a persuasão na ciência; a divulgação do conhecimento científico; o conhecimento científico é provisório; a ciência não é neutra; e o conhecimento científico é produzido a partir de evidências. Todos esses aspectos também foram ressaltados de forma contextualizada e seguidos por exemplos ou justificativas.

Concluimos que os diferentes estudos de casos foram importantes para o aprendizado de Bianca, pois possibilitaram a reflexão dela sobre ciência de forma contextualizada. Os diferentes aspectos de NC destacados pela licencianda em contextos distintos corroboram o que já havia sido destacado pelos autores Allchin et al. (2014) sobre o estudo sobre ciência a partir de diversos contextos e metodologias possibilitar a compreensão de uma amplitude de aspectos de NC.

Podemos observar que os diferentes aspectos de NC ressaltados pela licencianda nos três estudos de casos nos fornecem evidências que seu conhecimento sobre ciência não é único.

A autora Guerra-Ramos (2012) já havia ressaltado que a visão sobre NC dos professores não é única e não pode ser aplicada sistematicamente em todas as situações, pelo contrário, eles podem desenvolver um conjunto de ideias qualitativamente diferentes sobre ciência e usá-las em diferentes contextos. Em nosso caso, isso é ainda mais claro quando observamos os aspectos destacados pela licencianda nos casos históricos I e II. Por possuírem uma abordagem histórica, poderíamos, à princípio, imaginar que os aspectos seriam idênticos em ambos os casos. Mas pelas peculiaridades das histórias estudadas, os aspectos de NC não foram todos iguais.

Comentamos apenas sobre casos históricos e contemporâneos, porém atividades investigativas também poderiam ser outro tipo de metodologia promissora para os desenvolvimentos de conhecimento sobre ciência. Contudo, não foram realizadas no curso de formação. Allchin et al. (2014) afirmam que atividades investigativas podem favorecer o entendimento epistêmico e o desenvolvimento de habilidades científicas relacionadas às práticas (por exemplo, realizar medidas com instrumentos adequados, fazer controle de variáveis, observação e inferência, seguir uma metodologia etc.), e os estudantes podem adquirir noção de como as afirmativas científicas são construídas (embasadas em evidências). Como pudemos observar, alguns aspectos relacionados à prática científica não foram ressaltados pela licencianda, visto que ela não teve oportunidades de vivenciar atividades desse tipo (aprender sobre ciência fazendo ciência)(Hodson & Wong, 2014). No entanto, evidenciamos a aprendizagem de NC no que se refere a como as afirmativas científicas são construídas (Allchin, 2011). Isto ocorreu nos momentos em que a licencianda ressaltou em suas reflexões sobre o caso contemporâneo a necessidade de evidências para dar credibilidade às afirmativas científicas.

Ao contrário do que a literatura corriqueiramente tem ressaltado (por exemplo, Abd-El-Khalick et al., 1998; Akerson et al., 2000; Gil-Pérez et al., 2001; Guerra-Ramos, 2012; Irez, 2006; Justi & Erduran, 2015; Niaz, 2009; Porto, 2010), a professora de ciências em formação aqui investigada não apresentou em seu portfólio as visões denominadas ingênuas, inadequadas ou deformadas da ciência. De acordo com o trabalho realizado por Cachapuz et al. (2001), muitos professores de ciências possuem a visão de que a ciência é descontextualizada, ou seja, a ciência é vista como socialmente neutra e isolada do meio em

que é produzida; que o conhecimento científico é uma verdade absoluta e acumulativo; que a ciência é aproblemática e ahistórica, ou seja, a ciência se constitui de um conhecimento acabado e dogmático, pois não se apresenta os problemas que deram origem aos conhecimentos, sua evolução, dificuldades encontradas etc. Podemos afirmar que a metodologia empregada no curso de formação colaborou para o desenvolvimento de uma visão adequada/coerente sobre ciência (em oposição às visões deformadas ou ingênuas sobre ciência). Também podemos afirmar que o portfólio foi um instrumento importante, pois possibilitou a reflexão da licencianda sobre o processo vivenciado no curso de formação. Por outro lado, muitas pesquisas, como algumas das citadas, avaliaram os conhecimentos dos professores que não passaram por cursos de formação sobre o tema ou que passaram por cursos que fizeram pouca diferença na visão de ciência dos professores de ciências em função das metodologias utilizadas (por exemplo, com foco em filosofia da ciência, mas pouco voltados para a abordagem de NC para o ensino de ciências), ou ainda pode ser influência dos instrumentos de avaliação utilizados, pois poderiam estar focados em avaliar visões sobre NC desvinculadas de contexto.

É importante destacar que a utilização de uma abordagem explícita também se mostrou importante para auxiliar a licencianda a refletir sobre ciência a partir das atividades desenvolvidas no curso de formação. Abd-El-Khalick e Lederman (2000) já apontaram resultados positivos ao utilizarem a abordagem explícita e reflexiva para o ensino de NC dos professores de ciências. Akerson et al. (2000) também afirmam que a abordagem explícita que utiliza elementos da história e filosofia da ciência se mostra ainda mais eficaz que uma abordagem implícita para melhorar a visão de NC dos professores de ciências.

Além dos fatores para explicar o bom desempenho de Bianca atrelados ao curso, acreditamos que um fator que contribuiu para que sua aprendizagem sobre ciência fosse satisfatória foi o seu engajamento com as atividades realizadas e sua motivação em aprender sobre ciência, pois como afirmam Abd-El-Khalick e Lederman (2000), a motivação e interesse do sujeito em aprender determinado conteúdo favorece sua aprendizagem do mesmo, em especial, para o tema NC.

Em síntese, percebemos que a licencianda ressaltou vários aspectos de NC que envolveram provisoriamente do conhecimento científico, subjetividade na ciência, o papel do

financiamento, interesses políticos e o contexto social que influenciam a ciência, o papel do debate e crítica na ciência, a colaboração na comunidade científica, entre outros. Nesse sentido, podemos afirmar que os aspectos de NC destacados pela licencianda evidenciam que sua compreensão sobre ciência foi ampliada, o que também foi reconhecido pela Bianca em suas reflexões.

***Como o portfólio nos informa sobre a aprendizagem de NC da licencianda na 1ª etapa do curso?***

O objetivo dessa questão de pesquisa era investigar como um instrumento de avaliação aberto e pouco direcionado (com relação ao conteúdo do mesmo), que permite a realização de reflexão dos conhecimentos que podem ser desenvolvidos ao longo de um período, nos fornece informações sobre a aprendizagem de NC da licencianda na etapa 1 do curso de formação. Para responder essa questão de pesquisa, buscamos investigar se o portfólio auxiliou a licencianda refletir, articular, elaborar e justificar suas ideias sobre ciência.

Podemos concluir que o portfólio nos permitiu avaliar os conhecimentos sobre ciência de Bianca. Isso ocorreu pelo fato desse instrumento possibilitar que a licencianda realizasse reflexões constantes sobre ciência e articulasse suas ideias sobre o tema, como é possível observar em todos os textos do portfólio apresentados na análise dos dados, além de metarreflexão e metacognição. De acordo com Hernández (2007), o processo constante de reflexão realizado pelo estudante é um dos aspectos que caracteriza o portfólio como um instrumento de avaliação. Nas reflexões realizadas pela licencianda no portfólio, identificamos vários aspectos de NC que evidenciam sua aprendizagem sobre ciência. Esses aspectos foram sempre ressaltados de forma contextualizada, isto é, a licencianda não apresentou uma característica de NC de forma abstrata, mas atrelada há algum caso que havia sido estudado, de modo que eles não foram simplesmente declarados, mas emergiram da análise dos estudos de casos. Além disso, a licencianda apresentava justificativas ou exemplos para os aspectos de NC que subsidiavam suas afirmações.

Podemos afirmar que o portfólio permitiu explorar e investigar as ideias sobre ciência da licencianda de forma detalhada, pois foi um instrumento aberto e não padronizado, que

permitiu que ela expressasse de forma livre suas ideias sobre o que caracteriza ciência e refletisse sobre o tema em um tempo considerável, o que não ocorreria caso utilizássemos, por exemplo, o questionário (por exemplo, como os questionários elaborados por Lederman et al., 2002; Rampal, 1992). Guerra-Ramos (2012) ressaltou que, de um ponto de vista metodológico, os problemas inerentes aos instrumentos de avaliação como questionários é que esperam que o professor articule suas ideias em um tempo determinado e responda no próprio local, de modo que o pesquisador acaba tendo que dar sentido a textos parcialmente enquadrados, e assim não consegue explorar as ideias do professor com mais profundidade. Isso se justifica, pois caso o instrumento de avaliação fosse um questionário, o qual fosse aplicado no final do curso para investigarmos a eficiência do mesmo, se e como ele possibilitou a aprendizagem sobre ciência da licencianda, ela teria que pensar em todo o processo vivenciado em um só momento para responder as questões. Mesmo se essas fossem contextualizadas, e a fizessem refletir sobre as atividades realizadas no curso, ainda teria a limitação do tempo. Elaborar os textos para o portfólio semanalmente (com algumas exceções em que o tempo foi ampliado), lhe proporcionava um tempo maior para refletir sobre as atividades realizadas, articular, expressar e justificar suas ideias. O portfólio possibilitou um processo constante de reflexão na ação que, assim como afirma Schön, permitiu que a licencianda se tornasse consciente sobre o seu conhecimento tácito (Oliveira & Serrazina, 2002).

Apesar de ser seu primeiro contato com a produção de portfólio, percebemos que a licencianda articulou muito bem suas ideias. Ao longo de suas produções suas reflexões sobre ciência se tornavam cada vez mais interessantes, pois a licencianda nos fornecia mais esclarecimentos da sua compreensão sobre ciência. O que pode ter sido influenciado pela realização do *feedback* do portfólio pela coordenadora e colaboradoras do curso, que auxiliavam a melhor elaboração do mesmo pela licencianda, isto é, davam instruções sobre como torná-lo cada vez mais reflexivo e menos descritivo. Çimer (2011), já destacou a necessidade de orientação quanto a forma de elaborar o portfólio para se obter bons resultados quanto a sua utilização, pois é um instrumento pouco utilizado e não possui tantas regras quanto a forma de ser elaborado. Além disso, como ressalta Zanellato (2008), a orientação é importante, para se compreender os objetivos do portfólio, de modo a não

comprometer a eficiência desse instrumento de aprendizagem. O autor afirma também que a reflexão que acontece na mediação do professor formador ao professor em formação, é fundamental na elaboração do portfólio, e que deve ser realizada em vários momentos do curso, de forma a ampliar e diversificar o olhar do professor em formação. Mas, como antes destacado, reconhecemos a forte influência do interesse pessoal da licencianda sobre o tema do curso, o que ajuda a explicar a qualidade da exposição de ideias nos textos.

Em nosso trabalho, assim como apontam algumas pesquisas (Ambrosio, 2013; Collins, 1992; Paulson et al., 1991; Rezende, 2010; Villas Boas, 2005), o portfólio permitiu que a licencianda realizasse reflexão e autoavaliação. Isso ocorre, principalmente, quando o professor em formação seleciona as evidências de aprendizagem. Observamos que a licencianda apresentou evidências de aprendizagem em vários momentos. Essas podem ser identificadas em todos os textos do portfólio em que a licencianda refletiu sobre ciência, ressaltando os aspectos de NC que foram exemplificados e justificados a partir da análise dos estudos de casos, o que ajudou a esclarecer qual a sua compreensão sobre ciência, e nos momentos em que a licencianda percebeu como sua visão sobre ciência era simplista e que havia sido ampliada. Nesses momentos, percebemos também que a licencianda teve consciência do seu estado de conhecimento (metacognição), e se mostrou interessada e motivada em aprender sobre ciência, o que de acordo com Villas Boas (2005), pode ocorrer ao se utilizar o portfólio como instrumento de avaliação.

Por todos esses pontos destacados acima, podemos concluir que o portfólio foi um instrumento que possibilitou a avaliar os conhecimentos da licencianda de forma completa, concedendo a oportunidade para a mesma refletir sobre ciência e nos fornecendo evidências de sua aprendizagem sobre ciência.

## **5.2 IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E A PESQUISA**

Em nosso trabalho, assim como afirmam Allchin et al. (2014), as diferentes abordagens utilizadas na etapa 1 do curso de formação inicial possibilitaram que a licencianda compreendesse de diferentes formas diversas características sobre ciência. Todavia, os autores mencionados haviam ressaltado que eram necessárias mais intervenções em contextos de ensino de ciências para estudar como estudos de caso poderiam colaborar para uma compreensão menos abstrata de NC. Nesse sentido, o presente estudo apresentou evidências de como os estudos de casos e a reflexão sobre ciência pela licencianda em diferentes contextos possibilitaram uma aprendizagem ampla sobre ciência. Nesse sentido, a proposta de Allchin et al. (2014), sobre a utilização de diversas estratégias de ensino para uma aprendizagem ampla sobre ciência, demonstra ser potencialmente útil para cursos de formação de professores. Por isso, acreditamos também que os estudos de casos podem ser produtivos em outros contextos que objetivam um ensino de ciências que promova uma compreensão abrangente dos aspectos sobre NC, como na educação básica e formação continuada de professores. Acrescentamos a necessidade de também utilizar atividades investigativas, além dos casos históricos e contemporâneos, em cursos de formação de professores e em abordagens na educação básica, pois podem possibilitar diferentes aspectos de NC, que os outros demais casos não possibilitam plenamente, devido à vivência das práticas científicas.

Outro fator que contribuiu para o aprendizado sobre ciência pela licencianda foi o fato da 1ª etapa do curso de formação ter sido realizado no período de sete meses, que pode ser considerado longo quando comparado a outros cursos com esta finalidade. De acordo com Abd-El-Khalick e Lederman (2000), a falta de êxito nas tentativas de melhorar as visões de NC dos professores de ciências, geralmente, são por causa de instruções que foram muito curtas. No entanto, promover cursos voltados especificamente para o ensino de NC, e que possuam uma duração como a proporcionada pelo Pibid, não é uma meta fácil. De acordo com Akerson et al. (2000), instruções de NC em disciplinas sobre o conteúdo científico são quase inexistentes, o que torna necessário uma reforma no sistema de ensino, especialmente universitário, no que diz respeito à estruturação das matrizes curriculares, como no caso de

formação de professores, mais tempo destinado às disciplinas relacionadas aos conhecimentos pedagógicos sobre o objeto de ensino. Todavia, isso é um processo longo. Nesse sentido, é necessário se pensar em alternativas. Apesar de reconhecerem que não seja o contexto ideal, pois seria mais interessante promover cursos voltados especificamente para instruções de NC, Akerson et al. (2000) afirmam que uma possibilidade seria trabalhar com NC na disciplina de métodos científicos, por acreditam que esse seja, em muitos casos, o contexto mais disponível. Os autores destacam também que os conhecimentos sobre ciência devem ser desenvolvidos a partir de uma abordagem explícita, com atividades que promovam reflexão sobre NC, pois isso poderia melhorar a visão dos professores em formação sobre ciência, ou ao menos sensibilizá-los quanto a concepção atual sobre o empreendimento científico. Nesse sentido, como podemos observar nesse presente estudo, e como afirmam Akerson et al. (2000), defendemos a adoção de uma abordagem *explícita e contextualizada* em cursos ou disciplinas da formação inicial (ou continuada) para uma aprendizagem efetiva de NC.

O portfólio se mostrou um instrumento eficaz para avaliar os conhecimentos sobre ciência da licencianda. Percebemos que isso somente foi possível devido a realização de reflexões pela licencianda, principalmente reflexões sobre ciência. Esse foi um dos critérios para seleção da amostra, e que nos fez perceber a importância da orientação sobre a elaboração do portfólio. Na leitura dos textos do portfólio para seleção da amostra, observamos que muitos deles eram apenas descrições dos encontros presenciais e das atividades realizadas em grupo, e que à medida que os licenciandos recebiam orientações quanto à necessidade de reflexão, seus textos passaram a ser menos descritivos. No entanto, a reflexão especificamente sobre ciência foi pedido somente em um texto. Isso pode ter sido um fator que colaborou para a ausência de reflexões sobre ciência em muitos textos dos demais licenciandos. Nesse sentido, assim como apontam alguns estudos (Çimer, 2011; Rezende, 2010; Simon & Johnson, 2008; Zanellato, 2008), acreditamos que a orientação quanto a forma de elaborar os textos para o portfólio seja um fator de grande importância para que se possa obter bons resultados quanto a sua utilização como instrumento de avaliação. No entanto, é importante ressaltar que é preciso ter cautela quanto a orientações a serem dadas ao professor em formação, pois de acordo com Qvortrup e Keiding (2015), pode se

correr o risco de instrumentalizar as reflexões do estudante e, conseqüentemente, dificultar a realização de reflexões (ou autorreflexões) produtivas, como aquelas que foram realizadas pela Bianca.

Segundo a literatura sobre o portfólio, ele permite que o professor tenha consciência do seu estado de conhecimento e estabeleça objetivos de aprendizagem (Villas Boas, 2005). Nesse sentido, julgamos ser interessante que em estudos futuros, o autor do portfólio possa fazer uma releitura de seu trabalho e informar quais seriam os objetivos de aprendizagem em curto prazo, instigando a realizar também uma metarreflexão e re colocação de palavras e ideias do portfólio. Desse modo, poderia ser possível investigar se o portfólio foi importante para que o professor em formação estabelecesse, por exemplo, metas de aprendizagem, a partir do momento que ele tem consciência do seu estado de conhecimento (Villas Boas, 2005).

Finalmente, a partir dos resultados desse estudo, podemos afirmar que o portfólio constitui um instrumento eficiente para avaliar os conhecimentos sobre ciência dos professores de ciências em formação, especialmente, em cursos que possuem longa duração, e quando o mais importante para o pesquisador é compreender o processo de instrução e de apropriação do conteúdo ao invés de comparar o conhecimento com a aplicação de instrumentos de avaliação pré e pós-instrução. Nesse sentido, acreditamos na utilização do portfólio em outros contextos, como em formação continuada de professores, em cursos que visam promover a aprendizagem a partir da reflexão colaborando para a formação do professor reflexivo e sensível com a avaliação de seus estudantes. Julgamos também ser necessário, como destaca Collins (1992), mais pesquisas sobre portfólios que possam ajudar os educadores a compreenderem as diversas formas de como utilizar esse instrumento. Além disso, como apontam Qvortrup e Keiding (2015), é necessário pesquisas empíricas que avaliem o impacto do portfólio no ensino e aprendizagem, não somente em cursos de formação inicial, mas em cursos de formação continuada e em outros cursos de graduação. Isto porque ao realizar esta pesquisa detectamos que ainda são poucas as pesquisas que usam e avaliam o impacto de portfólio na formação de professores no contexto do ensino de ciências. No caso de NC, consideramos que a nossa pesquisa pode contribuir para a literatura atual em função da análise realizada.

## REFERÊNCIAS

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 37(4), 295-317.
- Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, 95(3), 918-945.
- Allchin, D. (2013). *Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources* Minneapolis: Itasca
- Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. H. (2014). Complementary Approaches to teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice *Science Education*, DOI 10.1002/sce.21111.
- Almeida, B. C., Oliveira, T. M. A., & Mendonça, P. C. C. (2014, 16 a 18 de novembro). *Natureza da Ciência a partir de casos históricos: uma proposta criativa para aprender sobre ciência* Paper presented at the III International History, Philosophy and Science Teaching Group Latinoamerican Conference, Santiago do Chile
- Alves, L. P. (2003). Portfólios como instrumentos de avaliação dos processos de ensinagem \_\_Anatasiou, LGC, Alves, LP *Processo de ensinagem na Universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula* (Vol. 6, pp. 1001-1119).
- Amaral, E. M. R., & Mortimer, E. F. (2001). Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1, 5-18.
- Ambrosio, M. (2013). *O uso do portfólio no ensino superior*: Editora Vozes Limitada.
- Bartholomew, H., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students "ideas-about-science": Five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88(5), 655-682.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos* (P. Editora Ed.).
- Çimer, S. O. (2011). The effect of portfolios on students' learning: student teachers' views. *European Journal of Teacher Education*, 34(2), 161-176.
- Cohen, C., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education* (7th ed.). London and New York: Routledge.
- Collins, A. (1992). Portfolios for science education: Issues in purpose, structure, and authenticity. *Science Education*, 76(4), 451-463.
- Costa, T. B., Mendonça, P. C. C., & Justi, R. (2014, 16 a 18 de novembro). *Uso de controvérsias históricas para favorecer a compreensão de natureza da ciência*. Paper presented at the III International History, Philosophy and Science Teaching Group Latinoamerican conference, Santiago do Chile
- Diniz-Pereira, J. E. (2014). Da racionalidade técnica à racionalidade crítica: formação docente e transformação social. *Perspectivas em Diálogo: revista de educação e sociedade*, 1(1), 34-42.

- Diniz-Pereira, J. E. (2016). Formação de professores da Educação Básica no Brasil no limiar dos 20 anos da LDBEN. *Notandum*, 42, 139-160.
- Eflin, J. T., Glennan, S., & Reisch, G. (1999). The Nature of Science: A Perspective from the Philosophy of Science *Journal of research in science teaching*, 36(1), 107-116.
- Elby, A., & Hammer, D. (2001). On the substance of a sophisticated epistemology. *Science Education*, 85(5), 554-567.
- Farias, R. F. (2008). Para gostar de ler a História da Química. In Átomo (Ed.), *Karl Friedrich Mohr: Protagonista, não coadjuvante* (3 ed., Vol. 1, pp. 19-25). Campinas -SP.
- Figueirêdo, K. L. (2008). *Formação Continuada de Professores de Química Buscando Inovação, Autonomia e Colaboração: Análise do desenvolvimento de seus conhecimentos sobre modelagem a partir do envolvimento em pesquisa-ação em um grupo colaborativo*. (Dissertação), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Gatti, B. A., André, M. E. D. A., Gimenes, N. A. S., & Ferragut, L. (2014). Um estudo avaliativo do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid). *Fundação Carlos Chagas*, 41.
- Gil-Pérez, D., Montoro, I., Alís, J., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada no ensino de ciências. *Ciência & Educação, Bauru*, 7(2), 125-153.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to a more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Guerra-Ramos, M. T. (2012). Teachers' ideas about the nature of science: A critical analysis of research approaches and their contribution to pedagogical practice. *Science & Education*, 21(5), 631-655.
- Guerra-Ramos, M. T., Ryder, J., & Leach, J. (2010). Ideas about the nature of science in pedagogically relevant contexts: Insights from a situated perspective of primary teachers' knowledge. *Science Education*, 94(2), 282-307.
- Hernández, F. (2007). *Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho*: Artmed Editora.
- Hodson, D., & Wong, S. L. (2014). From the Horse's Mouth: Why scientists' views are crucial to nature of science understanding. *International Journal of Science Education*, 36(16), 2639-2665.
- Irez, S. (2006). Are we prepared?: An assessment of preservice science teacher educators' beliefs about nature of science. *Science Education*, 90(6), 1113-1143.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20(7-8), 59-607.
- Justi, R., & Erduran, S. (2015). *Characterizing Nature of Science: A Supporting Model for Teachers*. Paper presented at the IHPST Thirteenth Bienal Internacional Conference . Rio de Janeiro.
- Justi, R., & Mendonça, P. C. C. (2016). Discussion of the Controversy Concerning a Historical Event Among Pre-service Teachers. *Science & Education*, 25(7-8), 795-822.
- Kimball, M. E. (1968). Understanding the nature of science: A comparison of scientists and science teachers. *Journal of research in science teaching*, 5(2), 110-120.
- Koulaidis, V., & Ogborn, J. (1989). Philosophy of science: An empirical study of teachers' views. *International Journal of Science Education*, 11(2), 173-184.
- Latour, B. (2000). *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afóra*. São Paulo: UNESP.

- Latour, B. (2001). *A esperança de Pandora* (EDUSC Ed.). Bauru, São Paulo.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-880). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwarz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learner's Conceptions of Nature of Science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G., Wade, P. D., & Bell, R. L. (1998). Assessing the nature of science: what is the nature of our assessments? *Science & Education*, 7(6), 595-615.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (2015). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas* (2 ed.). Rio de Janeiro: Editora Anthares.
- Martins, M. R. (2016). *Ensino Explícito e Integrado de Natureza da Ciência e Argumentação em um contexto Sociocientífico para Estudantes de Química do Ensino Médio*. (Mestrado Dissertação), Universidade Federal de Minas Gerais.
- Matthews, M. R. (1998). In defence of modest goals when teaching about the Nature of Science *Journal of research in science teaching*, 35(2), 161-174.
- Matthews, M. S. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 12(3), 164-214.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science *Science & Education*, 17(2-3), 249-263.
- Mellado, V. (1997). Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science. *Science & Education*, 6(4), 331-354.
- Mendonça, P. C. C., & Justi, R. (2013). The relationships between modelling and argumentation from the perspective of the model of modelling diagram. *International Journal of Science Education*, 35(14).
- Mendonça, P. C. C., & Justi, R. (2014). An instrument for analysing arguments produced in modelling-based chemistry lessons. *Journal of research in science teaching*, DOI: 10.1002/tea.21133.
- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4(3), 267-285.
- Niaz, M. (2009). Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies. *Science & Education*, 18(1), 43-65.
- Oliveira, I., & Serrazina, L. (2002). A reflexão e o professor como investigador. *Reflexir e investigar sobre a prática profissional*, 29.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of expert community. *Journal of research in science teaching*, 40(7), 692-720
- Palmquist, B. C., & Finley, F. N. (1997). Preservice teachers' views of the nature of science during a postbaccalaureate science teaching program. *Journal of research in science teaching*, 34(6), 595-615.
- Paulson, F. L., Paulson, P. R., & Meyer, C. A. (1991). What Makes a Portfolio a Portfolio? *Educational leadership*, 48(5), 60-63.

- Pimenta, S. G., & Ghedin, E. (2002). *Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito*: Cortez São Paulo.
- Porto, P. A. (2010). História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. *Ensino de química em foco. Ijuí: Editora Unijuí*, 159-180.
- Qvortrup, A., & Keiding, T. B. (2015). Portfolio assessment: production and reduction of complexity. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 40(3), 407-419.
- Rampal, A. (1992). Images of science a study of school and scientists: Teachers' views. i. characteristics of scientists. *Science Education*, 76(4), 415-436.
- Rezende, M. A. R. (2010). *A relação pedagógica e a avaliação no espelho do portfólio: memórias docentes e discentes*. (Tese), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Ribeiro, C. (2003). Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. *Psicologia: reflexão e crítica*, 16(1), 109-116.
- Rodrigues, M. F. C. C. (2009). *Portfólio: estratégia formativa e de reflexão na formação inicial em educação de infância*. (Dissertação), Universidade de Lisboa - Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação.
- Scharmann, L. C., & Harris, W. M. (1992). Teaching evolution: Understanding and applying the nature of science. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 375-388.
- Silva, C. M. (2016). *Análise de conhecimentos e habilidades sobre natureza da ciência de professores de Química em formação inicial durante participação em um grupo colaborativo*. (Dissertação), Universidade Federal de Minas Gerais.
- Silva, E. M. A., & Araújo, C. M. (2005). Reflexão em Paulo Freire: uma contribuição para a formação continuada de professores. *V Colóquio Internacional Paulo Freire*.
- Silva, R. F., & Sá-Chaves, I. (2008). Formação reflexiva: representações dos professores acerca do uso de portfólio reflexivo na formação de médicos e enfermeiros. *Interface Comun Saúde Educ*, 12(27), 721-734.
- Simon, S., & Johnson, S. (2008). Professional Learning Portfolios for Argumentation in School Science. *International Journal of Science Education*, 30(5), 669-688.
- Smith, M. U., & Scharmann, L. C. (1999). Defining versus describing the Nature of Science: A pragmatic analysis for Classroom Teachers and Science Educators. *Science Education*, 85(4), 493-504.
- Torres, S. C. G. (2007). *Portfólio como instrumento de aprendizagem e suas implicações para a prática pedagógica reflexiva*. (Dissertação), PUC-CAMPINAS.
- van Dijk, E. M. (2011). Portraying real science in science communication. *Science Education*, 95(6), 1086-1100.
- Viana, H. E. B., & Porto, P. A. (2010). The development of Dalton Atomic Theory as a Case Study in the History of Science: Reflections for Educators in Chemistry. *Science & Education*, 19(1), 75-90.
- Villas Boas, B. M. F. (2005). *Portfólio, avaliação e trabalho pedagógico*: Papyrus Editora.
- Wong, S. L., & Hodson, D. (2010). More from the Horse's Mouth: What scientists say about science as a social practice. *International Journal of Science Education*, 32(11), 1431-1463.
- Zanellato, J. R. (2008). *Portfólio como Instrumento de avaliação no ensino de graduação em artes visuais*. (Dissertação), PUC-CAMPINAS.

Zeichner, K. M. (2008). Uma análise crítica sobre a “reflexão” como conceito estruturante na formação docente. *Educação & Sociedade*, 29(103), 535-554.

# ANEXO

## Anexo I

### Texto Semanal

Cada licenciando deverá registrar, semanalmente:

- ★ os aspectos mais relevantes que foram discutidos/apresentados no encontro presencial geral (de uma sexta-feira), nos encontros de seu grupo e/ou nos momentos de leitura individual que aconteceram entre o encontro de uma sexta-feira e a manhã do encontro seguinte (parte descritiva);
- ★ suas reflexões, apreciações críticas e aprendizados correspondentes (parte discursiva).

Tal registro deve ter o seguinte formato:

- ★ Cabeçalho: contendo Nome, Tema geral dos textos/artigos/trabalhos discutidos ou apresentados), Encontro x (onde x é o número do encontro e 1 será o encontro de 11/10/2013) e Datas (dos eventos relatados);
- ★ Parte Descritiva;
- ★ Parte Discursiva.

O arquivo com o registro dos acontecimentos de um encontro (e da(s) semana(s) seguinte(s)) deve ser:

- ★ nomeado da seguinte maneira: seu nome-encontro x (onde x é o número do encontro presencial que deu origem ao relato).
- ★ enviado para o e-mail até a manhã do dia do próximo encontro. Ele deve ter o formato .doc ou .docx.

OBS.1: Caso você não receba uma confirmação do envio da mensagem até um dia depois, por favor, reenvie a mesma.

OBS.2: A ausência no envio do arquivo deverá ser justificada previamente a coordenadora. O licenciando deverá procurá-la pessoalmente apresentando um motivo razoável que será julgado pela mesma. Caso isso ocorra 3 vezes ao longo de um semestre de atividades, a bolsa do licenciando será cancelada.

OBS.3: Textos que não atendam as exigências ou que contenham muitos erros de escrita, concordância ou gramaticais não serão contabilizados como atividade realizada, sendo computados nas 3 ausências de entrega da tarefa. A coordenadora se compromete em dar um retorno sobre a adequação da atividade a partir da análise dos textos dos dois primeiros encontros.

OBS.4: Não há limite de páginas para a descrição/relato/reflexão semanal.

OBS 5: Os textos serão fundamentais para a produção do relatório semestral de atividades dos licenciandos.