

CRISTIANE MARTINS DA SILVA

**ANÁLISE DE CONHECIMENTOS E HABILIDADES
SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA DE PROFESSORES
DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL DURANTE
PARTICIPAÇÃO EM UM GRUPO COLABORATIVO**

Belo Horizonte

2016

CRISTIANE MARTINS DA SILVA

**ANÁLISE DE CONHECIMENTOS E
HABILIDADES SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA
DE PROFESSORES DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO
INICIAL DURANTE PARTICIPAÇÃO EM UM
GRUPO COLABORATIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de Pesquisa: Educação e Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Rosária Justi

Belo Horizonte

2016

AGRADECIMENTOS

Acredito que todas as conquistas que acontecem na vida são influenciadas pelas pessoas que nos cercam. Assim, deixo aqui os meus sinceros agradecimentos a todos que de alguma forma foram importantes nessa caminhada.

À Deus, que me deu forças para concluir este trabalho e persistência ao longo do caminho que me levou até ele.

À minha orientadora Rosária Justi, por todas as orientações e discussões que auxiliaram no meu desenvolvimento. Obrigado também pela paciência que teve comigo durante o desenvolvimento da dissertação, pela amizade e apoio, por toda ajuda e incentivo que me deu durante todo esse tempo em que eu tenho o prazer de conhecê-la.

À Paula Mendonça, a quem sou eternamente grata, e sem a ajuda de quem esse trabalho possivelmente nem existiria. Agradeço pelo apoio e por todas as oportunidades que me proporcionou.

Ao meu pai, por toda ajuda para que eu pudesse terminar esse trabalho e que, mesmo sem entender o que eu estava fazendo, foi um dos maiores incentivadores. Agradeço por estar sempre presente na minha vida, pelo respeito e amparo em todos os momentos.

Agradeço carinhosamente ao Luciano, pelo incentivo e pela compreensão das várias ausências, pela falta de tempo e principalmente pela paciência.

Aos queridos amigos Marina e Luiz, por compartilharem comigo esses anos de Mestrado e por contribuírem para que eles fossem mais felizes. Em especial, agradeço à Marina por estar sempre disposta a ajudar em qualquer momento e ao Luiz pelos bons momentos e pelas aulas e Quartas na Pós compartilhadas.

Aos queridos colegas do grupo REAGIR, por todas as discussões que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação, e pelos bons momentos compartilhados quando nos reunimos.

À Nilmara, por todo apoio que tem me dado desde que nos conhecemos e pelas dicas valiosas que me deu durante esse trabalho.

Aos membros da banca, por terem aceitado o convite para analisar e discutir este trabalho.

Finalmente, quero registrar um agradecimento especial às duas licenciandas que foram analisadas nessa pesquisa, principalmente por toda a dedicação que elas tiveram durante todo o projeto, por aceitarem naturalmente que eu as acompanhasse por tanto tempo e por estarem sempre dispostas a me atender.

RESUMO

Vários estudos apontam que o ensino de natureza da ciência (NC), propicia ao aluno um melhor entendimento sobre a ciência e a sua influência na sociedade, favorecendo, em consequência, a formação do cidadão crítico e alfabetizado cientificamente. Dessa forma, é necessário que o ensino de NC esteja presente efetivamente nas discussões em sala de aula. Para isso, é importante que o professor possua conhecimentos apropriados sobre NC e consiga abordá-los em sala de aula. Entretanto, a literatura mostra que a maioria dos docentes possuem conhecimentos inadequados e confusos sobre NC. Além disso, muitos professores ignoram discussões sobre NC, ou as introduzem de forma inadequada nas suas práticas em sala de aula, propagando assim visões inadequadas de ciência nos alunos. Nesse sentido, esse estudo tem o objetivo de analisar o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades de duas professoras de Química em formação sobre NC quando elas estavam envolvidas em um programa de formação inicial que se desenvolveu em um grupo colaborativo. O curso de formação aconteceu em uma universidade pública em um período de um ano e meio e visava a formação inicial dos futuros professores sobre NC e o desenvolvimento de suas ações voltadas para a introdução de NC em sala de aula. Com o intuito de atingir nosso objetivo, acompanhamos os encontros realizados no curso de formação e as aulas ministradas pelas duas licenciandas nas escolas do ensino médio. Todos os encontros e as aulas finais das licenciandas foram registradas em vídeo. Os materiais produzidos e os portfólios de reflexão das licenciandas foram coletados. A estruturação dos dados provenientes das múltiplas fontes, nos proporcionou elaborar estudos de caso que apresentam os processos vivenciados no curso de formação e na aplicação das atividades em sala de aula. Para favorecer a análise, utilizamos o *Modelo de Conhecimentos e Habilidades Profissionais do Professor*, referencial sobre conhecimentos de professores, resultante de um consenso entre os principais pesquisadores internacionais da área. Em especial, analisamos duas categorias de conhecimento que englobam todo o processo de elaboração de unidades didáticas e aplicação em sala de aula: *Conhecimento profissional específico de NC*, que engloba os conhecimentos necessários ao planejamento de unidades didáticas sobre NC; e *Prática na sala de aula*, corresponde à ação docente do professor e à capacidade de conduzir discussões sobre NC em sala de aula. Os resultados obtidos indicam que a participação no grupo colaborativo contribuiu para que as licenciandas desenvolvessem conhecimentos e habilidades sobre NC. Nessa situação, percebemos que as atividades desenvolvidas no grupo colaborativo relacionadas aos processos de discussão em grupo, trocas de experiência e a reflexão foram fundamentais para o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades de NC das licenciandas. As conclusões desse trabalho apresentam contribuições significativas para a formação de professores, no que diz respeito à organização e planejamento de situações de formação inicial neste tema; e para o ensino de NC, no que diz respeito à identificação dos conhecimentos de NC necessários para que professores efetivamente incluam NC no ensino de ciências.

ABSTRACT

Many recent studies show that the teaching of nature of science (NOS) contributes to enhance students understanding about science and its influence in society, and, as a consequence, it supports the education of critical and scientifically literate citizens. This supports the claim that NOS has to be part of the topics discussed in science classes. This requires that teachers have significant knowledge on NOS, and were able to discuss it with students. However, the literature shows that most science teachers have inappropriate and confuse knowledge on NOS. Additionally, most teachers ignore discussions about NOS or, when they conduct any discussion related to it, they emphasise inappropriate views about science. In this context, this study aims at analysing the development of two pre-service chemistry teachers' knowledge and skills concerning NOS when they participated in a teachers' education course conducted in a collaborative group. The course was taught in a public university during one and a half year. Its main purposes were to support the initial education of the pre-service teachers on NOS and the development of their teaching actions related to the inclusion of NOS in chemistry teaching. In order to reach our aim, we participated in both all the meetings of the course and the lessons conducted by the two pre-service teachers in regular medium level schools. All the meetings and the final classes conducted by them were video-recorded. The written materials and the reflective portfolios produced by the two pre-service teachers were also collected. The construction of the data from multiple sources supported the production of case studies that presents the processes experienced by the pre-service teachers in the course and when conducting their lessons. In order to conduct the analysis of the case studies, we use the *Model of Teacher Professional Knowledge and Skill*, a theoretical model about teachers' knowledge that resulted from a consensus among the main international researchers that study this topic. In special, we analysed two categories of knowledge that are related to the process of production of didactic units and their use in lessons: the *professional knowledge on NOS*, which includes the knowledge that is needed to plan and design the didactic units, and the *practice in classroom*, which corresponds to the teacher's actions and to his/her ability to conduct discussions on NOS in the lessons. The results show that the participation in the collaborative group contributed to the development of knowledge and skills on NOS. The activities performed in the collaborative group, the exchange of experiences, and the reflections were essential to the pre-service teachers' development. Our conclusions mean significant contributions to science teachers' education in terms of organization and design of teachers' initial education on NOS; and to science teaching, due to the discussion concerning teachers' knowledge and skills necessary to include NOS in science teaching.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 2. REFERENCIAL TEÓRICO	5
Natureza da Ciência e o Ensino de Ciências	5
Como tudo começou e onde queremos chegar	5
Os professores e o ensino de natureza da ciência	13
Discutindo os Saberes dos Professores e a Formação Inicial	14
Os saberes docentes e a formação inicial	14
Um modelo atual de formação	17
O contexto de um grupo colaborativo	18
Discutindo o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo	20
Definindo o conceito	21
Buscando um modelo para o conhecimento pedagógico de conteúdo	22
O conhecimento pedagógico de conteúdo para natureza da ciência.....	28
Questões de Pesquisa.....	31
CAPÍTULO 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	32
Caracterização Geral da Pesquisa.....	32
Estudo de Caso	33
Contexto da Coleta de Dados	35
Etapa 1: Processo formativo sobre natureza da ciência	36
Etapa 2: Elaboração e aplicação de unidades didáticas.....	36
Etapa 3: Planejamento, adaptação e aplicação de unidades didáticas	38
Caracterização da amostra	40
Metodologia de Coleta de Dados	42
Questionários	43
Observação participante	44

Coleta dos portfólios e materiais produzidos	45
Metodologia de Análise de Dados.....	46
Organização temporal dos dados.....	46
Produção dos estudos de caso	47
Análise dos dados.....	47
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	51
Estudo de Caso 1: Ana	51
Conhecimentos apresentados no início das atividades (momento anterior às instruções sobre natureza da ciência)	51
Conhecimentos apresentados no início das atividades (após as instruções sobre natureza da ciência e anterior ao planejamento das atividades)	52
Atividades ocorridas no período de formação.....	53
Aplicação da atividade	81
Semana final (Troca de experiências)	91
Conhecimentos apresentados no final das atividades.....	95
Estudo de Caso 2: Clara	99
Conhecimentos apresentados no início das atividades (momento anterior às instruções sobre natureza da ciência)	99
Conhecimentos apresentados no início das atividades (após as instruções sobre natureza da ciência e anterior ao planejamento das atividades)	99
Atividades ocorridas no período de formação.....	101
Aplicação da atividade	121
Semanas finais (troca de experiências).....	143
Conhecimentos apresentados no final das atividades.....	146
CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	151
Análise e Discussão dos Resultados de Ana	152
Conhecimentos apresentados no início das atividades	152

Conhecimento profissional específico de NC – 1º semestre	153
Práticas em sala de aula (PCK pessoal) – 1º semestre	155
Práticas em sala de aula (PCK&S) – 1º semestre.....	160
Conhecimento profissional específico de NC – 2º semestre	164
Práticas em sala de aula (PCK pessoal) – 2º semestre	165
Práticas em sala de aula (PCK&S) – 2º semestre.....	173
Conhecimentos apresentados no final das atividades.....	176
Análise e Discussão dos Resultados de Clara	178
Conhecimentos apresentados no início das atividades	178
Conhecimento profissional específico de NC – 1º semestre	179
Práticas em sala de aula (PCK pessoal) – 1º semestre	181
Práticas em sala de aula (PCK&S) – 1º semestre.....	185
Conhecimento profissional específico de NC – 2º semestre	187
Práticas em sala de aula (PCK pessoal) – 2º semestre	189
Práticas em sala de aula (PCK&S) – 2º semestre.....	194
Conhecimentos apresentados no final das atividades – Clara.....	199
CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES.....	201
Conclusões.....	201
Como os conhecimentos e as habilidades de planejar e conduzir atividades de ensino envolvendo natureza da ciência de professores de Química em formação inicial se desenvolve quando eles participam de um grupo colaborativo?	201
Como a participação em um grupo colaborativo pode contribuir para o desenvolvimento dos conhecimentos e das habilidades de planejar e conduzir atividades de ensino envolvendo natureza da ciência de professores de Química em formação inicial?	207
Implicações	211
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	213
ANEXOS	221

Anexo 1. Questionário 1	221
Anexo 2. Questionário 2	222
Anexo 3. Questionário 3	223

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como foco o estudo da relação entre a formação de professores e o Ensino *sobre* Ciências. Trata-se de contribuir para as discussões na área, uma vez que as orientações e os currículos para o Ensino de Ciências têm buscado cada vez mais incluir aspectos sociais diretamente ligados às questões vivenciadas pelos estudantes no seu cotidiano. Nessa perspectiva, propõe-se um ensino de ciências com um caráter mais amplo e menos propedêutico. Como apresentam os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio na área de Ciências da Natureza, Matemáticas e Suas Tecnologias (PCN),

O aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social. Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana (MEC, 2000, p. 7).

Assim como o documento anterior, os Parâmetros Curriculares Nacionais+ (PCN+) (MEC, 2001) orientam que o ensino médio deve estar centrado na formação para a cidadania. Ou seja, este nível de ensino deve capacitar os estudantes para que eles possam conviver e agir socialmente de forma prática e solidária, enfrentar problemas de diferentes naturezas e ser capazes de elaborar críticas ou propostas em situações com as quais se deparam no dia-a-dia.

As discussões desses assuntos na escola mostram-se bastante pertinentes, principalmente se considerarmos as diversas fontes de informação às quais os estudantes têm acesso a partir da internet, pela mídia ou através de outras tecnologias que propiciam que eles tenham um mínimo de conhecimentos sobre questões científicas (como os alimentos transgênicos, a clonagem ou as células tronco, dentre outros). Contudo, essas informações muitas vezes não são suficientes para que os alunos questionem-se sobre os malefícios e os benefícios dos transgênicos; decidam sobre comprar um produto apenas porque ele é “cientificamente comprovado” em relação a um outro; ou se questionem sobre comer um determinado alimento depois que um noticiário de televisão exibiu uma reportagem mostrando que cientistas comprovaram os seus benefícios para a saúde.

A ciência encontra-se cada vez mais presente na vida dos cidadãos, e vai além das praticidades e da infinidade de benefícios, ou não, propiciados por ela e que exercem uma enorme influência no cotidiano das pessoas. Entretanto, na maioria das vezes esses fatos não são discutidos na escola pelos professores, gerando, em consequência, um ensino desatualizado em relação às situações vivenciadas frequentemente pelos alunos. Sobre isso, Hodson (2009) afirma que a ciência é uma atividade humana que busca entender o mundo natural e, como tal, é passível de erros. Assim, mais do que expor apenas os produtos da ciência, é importante que se conheça os processos e aspectos a ela relacionados, para que as concepções equivocadas possam diminuir e o entendimento sobre ela seja mais amplo. Dessa forma, o Ensino de Ciências deve favorecer aos alunos oportunidades de vivenciar reflexões mais críticas acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade e na qualidade de vida de cada cidadão (Santos, 2006).

Nesse sentido, ressaltamos que, mais do que recomendações e possibilidades, é necessário que propostas de ensino nesta perspectiva insiram-se efetivamente nas disciplinas científicas. Dessa forma, pesquisas vêm apontando que o ensino de natureza da ciência (NC), pode propiciar um melhor entendimento sobre a ciência e a sua influência na sociedade. Por exemplo, a compreensão de NC possibilita a reflexão sobre questões tecnocientíficas de interesse social contribuindo para uma tomada de decisão mais informada sobre esses fatos (Acevedo *et al.*, 2005).

Outro ponto importante, é que entender os valores e objetivos da ciência, bem como a compreensão sobre o empreendimento científico, favorece aos estudantes atuarem de forma consciente frente às afirmações científicas, de modo que eles tenham visões mais esclarecidas sobre ciência, propiciando que eles analisem as situações antes de aceitar ou acreditar em qualquer afirmação científica apresentada (Smith & Scharmann, 1999).

Para Hodson (2009), o ensino sobre NC favorece a alfabetização científica, tornando os estudantes mais qualificados para lidar com as inter-relações entre a ciência e a comunidade. Além disso, o entendimento sobre NC é essencial para a formação do que Smith e Scharmann (1999) denominam 'cidadania responsável'. Em outras palavras, tal ensino pode favorecer a capacidade de pensar criticamente e de analisar as informações e os fatos que acontecem ao seu redor. Além disso, a compreensão de NC pode ajudar os alunos a compreenderem melhor o conteúdo científico, além de manter um posicionamento favorável sobre a ciência (McComas & Olson, 1998).

Entretanto, vários autores têm concordado que, para que o ensino de NC seja efetivo, é necessário que ele seja explícito e reflexivo (Lederman, 1999; Whabeh & Abd-El-Khalick, 2014, Burgin & Sadler, 2016), uma vez que o mesmo favorece o entendimento e a reflexão das situações que permeiam o conhecimento científico e a sua relação com as questões sociais vivenciadas pelos alunos. Além disso, Hodson (2014a) e Duschl e Grandy (2012) afirmam que é necessário que os alunos estejam engajados e envolvidos em atividades e situações nas quais as práticas e investigações científicas estejam presentes, visto que o caráter motivador dessas tarefas favorece o pensamento crítico dos alunos.

Para tanto, Hodson (2014a) defende que essas atividades não devam ser apenas uma sequência investigativa na qual o aluno segue passos definidos até chegar a uma conclusão de acordo com as metodologias utilizadas pelos cientistas, visto que as práticas científicas não seguem uma sequência rígida. Para ele, é válido que essas atividades explorem a leitura, pesquisa e discussão de textos em grupo; e que o professor: explore o debate entre diferentes pontos de vista, utilize atividades que incluam estudos de caso históricos e contemporâneos, discussões sobre aspectos de NC e solução de questões problema. Além disso, durante as atividades, os professores devem discutir as ideias principais sobre a ciência, os cientistas e as práticas vivenciadas pelos alunos.

Levando em consideração os aspectos discutidos acima, consideramos que, para introduzir uma abordagem de NC no ensino, o professor deve possuir um conhecimento amplo sobre ciência, bem como saber conduzir essas discussões em sala de aula. Entretanto, Abd-El-Khalick e Lederman (2000) afirmam que a maioria dos docentes possuem conhecimentos ainda rudimentares ou inadequados sobre NC. Além disso, muitos professores ignoram discussões sobre NC, ou as introduzem de forma inadequada nas suas práticas em sala de aula, uma vez que eles costumam utilizar processos científicos de forma indutiva e afirmar sobre questões do conhecimento científico de forma impositiva, sem favorecer nenhuma discussão com os alunos. Nesses casos, os professores focam o ensino apenas em “o que sabemos” em vez de em “como sabemos” (Bartholomew, Osborne & Ratcliff, 2003).

Sobre isso podemos citar diversos fatores que impedem as discussões de NC em sala de aula, entre eles, a falta de discussões mais significativas sobre ciência e sobre práticas pedagógicas que favoreçam as discussões de NC nos cursos de formação de professores (Carvalho, 2001). Isto implica que os cursos de formação devem favorecer uma instrução mais abrangente sobre NC aos futuros professores. Contudo, ao revisarem a literatura sobre o desenvolvimento de NC pelos professores em formação, Abd-El-Khalick & Lederman (2000)

verificaram que os estudos analisados pouco favoreciam o desenvolvimento de NC. Os autores julgam que isso se devia ao fato de as pesquisas não conseguirem medir o caráter prático do conhecimento. Além disso, a maioria das pesquisas foram realizadas em contextos de curta duração, entre uma e doze horas de extensão, tempo no qual é quase impossível identificar o desenvolvimento dos conhecimentos dos professores.

Considerando todos esses aspectos, esse trabalho tem por objetivo acompanhar e favorecer a aquisição de conhecimentos mais amplos e o desenvolvimento de habilidades mais relevantes de futuros professores de Química em formação sobre NC que possam orientar suas futuras práticas pedagógicas. Nessa perspectiva, apresentamos no próximo capítulo uma revisão sobre o ensino de NC e a formação de professores, tendo como foco: as perspectivas e propostas que buscam inserir discussões de NC no ensino de ciências; os conhecimentos e saberes docentes necessários à prática do professor; os aspectos relevantes de um grupo colaborativo e a sua contribuição para o trabalho, bem como como uma revisão das pesquisas na área que retratam o ensino de NC pelos professores. A partir daí apresentamos nossas questões de pesquisa e a contribuição das mesmas para as discussões na área.

No capítulo 3, descrevemos amplamente a metodologia utilizada para gerar os dados que possibilitaram discutir as questões de pesquisa. Inicialmente apresentamos o contexto em que este estudo foi realizado caracterizando todos os processos realizados no grupo de formação. 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, apresentamos os resultados da pesquisa através dos estudos de caso gerados a partir da coleta e organização dos dados. Em seguida, no capítulo 5, discutimos a análise dos estudos de caso.

Por fim, no capítulo 6 discutimos as principais conclusões provenientes da análise e as respostas das questões de pesquisa, bem como e as implicações do trabalho para a formação de professores, e para o ensino de NC e para a pesquisa nessas áreas.

CAPÍTULO 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Natureza da Ciência e o Ensino de Ciências

Como tudo começou e onde queremos chegar

A inclusão de NC no ensino de ciências tem sido amplamente discutida ao longo das últimas décadas. Podemos dizer que esse debate iniciou-se a partir do momento em que vários pesquisadores começaram a destacar a importância das discussões sobre a estrutura conceitual da ciência e seus aspectos epistemológicos como parte fundamental da educação científica (Irzik & Nola, 2014). Contudo, considerando que o ensino em diversos países se guia por documentos distintos baseados em diferentes ideias que propõem objetivos distintos para o ensino de ciências, os propósitos para a inclusão de NC também são bastante diferentes.

Ao fazer uma revisão sobre o desenvolvimento de NC no ensino, Hodson (2014b) esclarece que é possível que as primeiras orientações tenham sido propostas em 1898. Naquela época, um dos principais objetivos do ensino sobre ciência era que os estudantes adquirissem e desenvolvessem conhecimentos científicos para uma formação técnica. Anteriormente, em 1916, John Dewey havia defendido uma posição contrária a esta. Para ele, como nem todos os alunos seguiriam carreiras científicas, seria mais importante que eles conhecessem os métodos científicos do que o conhecimento científico em si. Essa proposta influenciou a mudança em diversos currículos como o americano e o inglês, que começaram a dar ênfase às estruturas do conhecimento científico – sequência de etapas seguidas de forma algorítmica – preocupando-se mais com os métodos e teorias científicas do que propriamente com os produtos da ciência. Para o autor, esse tipo de aprendizagem sustentado pelo modelo indutivista ingênuo da ciência e voltado apenas para a descoberta, gerava um tipo de ensino utilizado apenas para comprovar os fenômenos, não favorecendo que os alunos refletissem ou buscassem outras alternativas para os eventos.

Essa abordagem passou por uma ampla reformulação após 1977, principalmente a partir da formação de grupos de pesquisa e de conferências sobre a relação entre história, filosofia e sociologia da ciência e o ensino de ciências, o que favoreceu a elaboração de várias publicações e relatórios questionando a forma como o assunto era aplicado no ensino. A partir daí, os objetivos para o ensino de ciências começaram a ser modificados, visando principalmente a formação de estudantes alfabetizados cientificamente. Isso contribuiu para que a NC se

apresentasse como um item importante nos currículos educacionais como forma de favorecer esse tipo de formação (Science for All Americans, 1989; National Research Council, 1996; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 1993).

A partir desse contexto, começaram a surgir várias propostas para favorecer o ensino de NC e, juntamente com elas, diversos questionamentos e críticas sobre a forma como as concepções e os aspectos de NC estavam sendo ensinados aos estudantes (Allchin 2010; Cunningham & Helms, 1998). Em consequência, novas pesquisas têm apresentado alternativas para um melhor entendimento sobre a ciência. Neste trabalho, são apresentadas algumas abordagens sobre o tema que têm se mostrado relevantes para a área, assim como as discussões atuais nas quais nos baseamos.

Talvez a mais conhecida delas seja a derivada dos trabalhos de Norman Lederman e seus colaboradores. Esses pesquisadores americanos caracterizam NC como epistemologia da ciência, a ciência como forma de conhecimento. Em outras palavras, eles consideram ciência como forma de saber, valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e ao seu desenvolvimento (Lederman, 1992).

Para fundamentar sua proposta, Lederman, Abd-El-Khalick e Schwartz (2002) partem da falta de consenso sobre uma definição exata do que é ciência, e da complexidade da mesma entre filósofos, sociólogos e professores. A partir daí, eles defendem que as discussões sobre NC devem apresentar aspectos que caracterizam ciência que eles acreditam serem importantes para os alunos, mas que não apresentem discussões tão complexas quanto em um curso de filosofia da ciência por exemplo. Dessa forma, eles propõem uma lista de características de NC que seriam consensuais na ciência, acessíveis aos estudantes e úteis aos cidadãos, e que deveriam ser tratadas no ensino básico. Apesar de Lederman e seus colaboradores não justificarem os motivos de considerar tais conhecimentos como úteis, consensuais e acessíveis, a lista é delimitada em sete aspectos, a saber:

- o conhecimento científico ser provisório;
- a ciência ser empírica;
- o conhecimento científico ser guiado por teorias;
- o conhecimento científico ser influenciado pela imaginação e pela criatividade;
- a diferença entre observação e inferência;
- o conhecimento científico ser influenciado pela cultura e pela sociedade;

- a distinção entre teorias e leis científicas.

As ideias de Lederman são muito conhecidas e têm sido muito utilizadas nas pesquisas em ensino de ciências. Entretanto, nos últimos anos têm surgido questionamentos sobre a forma como NC é abordada a partir desta perspectiva. Para alguns pesquisadores (por exemplo, Eflin, Glennan, & Reisch, 1999; Feist, & Gorman, 1998), os aspectos apresentados na lista são características inquestionáveis de NC, mas é importante considerar que a ciência não se restringe apenas a essas características. Assim, apresentar a lista aos alunos pode resultar em concepções inadequadas e restritas sobre ciência.

Outra proposta de NC para o ensino de ciências foi feita por McComas, que explicita que NC é um domínio híbrido que combina aspectos de diversos estudos sociais da ciência. Em outras palavras, ele reconhece a importância da inclusão de história, sociologia e filosofia da ciência, além de algumas ciências cognitivas, tais como a psicologia, em uma rica descrição da ciência, de como ela funciona, como os cientistas operam como um grupo social e como a própria sociedade dirige e reage aos esforços científicos (McComas *et al.*, 1998 apud McComas, 2008).

McComas também propõe uma lista de ideias chave que deveriam ser ensinadas aos estudantes, sendo elas:

- a ciência baseia-se em evidências empíricas;
- a produção do conhecimento científico envolve normas, raciocínio lógico e métodos como a observação cuidadosa, coleta de dados na elaboração de relatórios etc. Além disso, em relação aos principais aspectos da metodologia científica, ele afirma que: as experiências não são o único caminho para o conhecimento; a ciência usa tanto o raciocínio indutivo quanto o dedutivo; não existe um método científico através do qual toda a ciência seja feita; a ciência se desenvolve através de ciência normal e revolução como descrito por Kuhn;
- o conhecimento científico é provisório, durável e sujeito à autocorreção. Isto significa que a ciência não pode *provar* nada, mas conclusões científicas ainda são valiosas e de longa duração devido à forma como são desenvolvidas e ao fato de possíveis “erros” serem descobertos e corrigidos como parte do processo;
- as leis e teorias são relacionados, mas diferem de outros tipos de conhecimento científico;
- a ciência tem um componente criativo;

- a ciência tem elementos subjetivos;
- a prática e o significado da ciência são influenciados por elementos históricos, culturais e sociais;
- a ciência e a tecnologia têm impacto uma na outra, mas não são a mesma coisa;
- a ciência e seus métodos não podem responder a todas as perguntas. Em outras palavras, há limites para a tipos de perguntas que podem ser feitas à ciência.

Apesar da lista de McComas apresentar questões diferentes e mais amplas de ciência do que a lista de Lederman, por ser uma lista, ela também sofreu as mesmas críticas, visto que a simples introdução da lista com características de NC não é uma maneira válida de se ensinar sobre o assunto quando se tem em mente a formação de cidadãos críticos (Elby e Hammer, 2001).

Ainda no contexto de críticas às listas, Elby e Hammer (2001) apresentam os seguintes questionamentos: (i) as crenças epistemológicas dos alunos são produtivas e propiciam a compreensão sobre ciência, mesmo que esse entendimento se diferencie do que filósofos caracterizam como aspectos sofisticados sobre ciência; (ii) não é correto nem produtivo generalizar esses conhecimentos, uma vez que eles variam de acordo com o contexto que está sendo analisado. Por exemplo, o entendimento de que o conhecimento científico é provisório seria pertinente para as teorias sobre a extinção dos dinossauros, mas não seria adequado se considerássemos a proposição de que a terra é redonda, uma vez que o mesmo já é um conhecimento consolidado. Os autores defendem que é necessário que os pesquisadores do assunto busquem recursos e alternativas que favoreçam o entendimento dos alunos sobre ciência ao invés de apenas identificar as visões sofisticadas ou não dos estudantes. Além disso, eles consideram que os professores devem se preocupar em propiciar aos alunos momentos de reflexão sobre o assunto, e não apenas em transmitir uma série de conceitos fora de contexto.

Outra importante proposta surgiu com os estudos de Allchin, que questiona duramente a proposição de listas. Para Allchin (2011), essa forma de ensinar e de avaliar NC é meramente declarativa e não favorece a alfabetização científica, pois a compreensão, a recordação ou a memorização de uma lista não auxilia os alunos a refletir sobre os acontecimentos e a tomar decisões sociais e pessoais cientificamente informadas. O autor ainda acrescenta que saber o que é uma teoria ou experiência, por exemplo, é irrelevante para o aluno se ele não souber analisar se as provas ou dados apresentados em uma experiência são confiáveis ou não.

Com o propósito de modificar a situação, Allchin acredita que para que uma compreensão de *NC funcional* seja favorecida é preciso, acima de tudo, eliminar o ensino declarativo. Isto contribuiria para o entendimento de como a ciência funciona, de sua influência e relevância para a sociedade, além de favorecer a tomada de decisão. Nesse sentido, ele apresenta o Perfil de Dimensões de Confiabilidade da Ciência, que ele denomina “Whole Science”, posto que atinge todos os aspectos da prática científica. Essas dimensões são constituídas por elementos como: observação e raciocínio, interações sociais entre os cientistas, processos cognitivos, financiamento de pesquisa, práticas instrumentais, comunicação e transmissão do conhecimento. Para o autor, esses itens deveriam ser usados pelos cidadãos na análise de qualquer situação envolvendo ciência, contribuindo assim para ampliar a sua visão da mesma e para favorecer a alfabetização científica.

Convém ressaltar que, dos autores citados até então, apenas Allchin apresentou propostas concretas de introduzir sua abordagem no ensino de ciências. As anteriores apenas analisavam itens que caracterizam a ciência e que poderiam ser discutidas no ensino (Justi, 2014).

Apesar de reconhecermos a existência de algumas outras propostas, finalizamos esta seção apresentando a proposta de Justi e Erduran (2015), na qual esta pesquisa se fundamenta, uma vez que a mesma considera o ensino funcional de NC, e tem como objetivo auxiliar os professores a planejar e conduzir discussões sobre o assunto em sala de aula. As autoras partem dos problemas identificados em relação às listas sobre NC, das visões inadequadas dos professores e alunos e da dificuldade de ações pertinentes sobre o assunto no contexto escolar. Nessa perspectiva, Justi e Erduran propõem o “Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências” (MoSSE¹), que visa apresentar a ciência de forma interdisciplinar, funcional e que seja útil para os professores.

O modelo foi proposto considerando a existência e a importância de um panorama teórico interdisciplinar para a caracterização da ciência. Ou seja, várias interpretações e aspectos sobre ciência em diferentes disciplinas que propiciam constituir a ciência de forma mais ampla, bem como a relevância prática para os professores. Dessa forma, a proposta apresenta uma visão mais abrangente de ciência a partir da representação visual do modelo que visa propiciar as discussões dessas interdisciplinaridades e auxiliar os professores no planejamento de suas ações.

¹ A sigla se refere à nomenclatura original em inglês: “*Model of Science for Science Education*”.

Para a definição desse modelo, as autoras partem de dois pressupostos: (i) a ciência é uma atividade social, epistêmica e complexa que pode ser caracterizada por uma variedade de perspectivas disciplinares; (ii) para que a educação científica ocorra na perspectiva do ensino autêntico da ciência, é necessário que a mesma utilize perspectivas disciplinares que especifiquem como a ciência é e funciona (Gilbert, 2004). Assim, a título de exemplo, o modelo apresenta algumas disciplinas que caracterizam a ciência, comentadas resumidamente a seguir a partir das definições presentes no trabalho (Justi & Erduran, 2015, p. 5):

- Filosofia: caracteriza uma das disciplinas mais amplas para apoiar discussões sobre ciência, uma vez que os seus interesses principais são o significado de ciência e as questões epistemológicas relativas à construção do conhecimento científico;
- Cognição: o pensamento científico se caracteriza como um processo complexo, estudado a partir de várias abordagens. Sendo assim, é fundamental focar o ensino de ciências no desenvolvimento de habilidades que favoreçam a aprendizagem e o envolvimento de professores e alunos em diferentes maneiras do pensamento científico;
- História: a história favorece uma discussão ampla de ciência no ensino, uma vez que pode apresentar o desenvolvimento da ciência e do conhecimento científico. Contudo, ela apresenta alguns problemas como a seleção dos episódios e a inclusão dos mesmos em sala de aula devido aos currículos saturados de conteúdo. Assim, é necessário que o professor determine os objetivos, os episódios que podem ser válidos para as discussões sobre o assunto e como os mesmos serão discutidos;
- Sociologia: essa disciplina não foca apenas no papel central da comunidade científica, ela se interessa também pela influência da ciência na sociedade. Assim, estudos sobre a natureza social da ciência têm destacado aspectos relacionados a como a ciência atinge seu status social e como seu poder é reconhecido (ou aceito sem questionamento) pelas pessoas;
- Economia: apesar das perspectivas econômicas ainda serem pouco exploradas e investigadas empírica e teoricamente pela área e pouco discutidas no ensino de ciências, a disciplina apresenta questões importantes para as discussões sobre ciência, tais como a influência de forças econômicas na produção e utilização do conhecimento científico, e as tensões que a comercialização da ciência pode gerar no acesso livre ao conhecimento científico;

- Antropologia: Assim como a economia, a antropologia também precisa ser mais explorada no ensino de ciências, uma vez que ela favorece a discussão das dinâmicas de poder na produção do conhecimento científico e as tensões particulares entre as normas culturais dos alunos e as normas do empreendimento científico;
- Psicologia: se caracteriza como sendo uma das disciplinas mais recentes para o estudo da ciência. Está focada no indivíduo e favorece a discussão de aspectos como a criatividade do cientista, o uso de analogias e imagens pelos mesmos, a influência da personalidade do cientista sobre sua criatividade e seu comportamento em diversas situações.

Apesar de existirem outras disciplinas que podem auxiliar a caracterização da ciência, como a linguística ou a comunicação por exemplo, a seleção das disciplinas constituintes do modelo ocorreu com o intuito de fornecer algumas diretrizes para os educadores, apresentando uma visão interdisciplinar da ciência. Além disso, o modelo não propõe que todos os aspectos das disciplinas sejam abordados no ensino. As características devem ser selecionadas de acordo com o contexto do ensino e também por parte do professor, que deve selecionar as disciplinas e os diferentes aspectos que podem ser discutidos em um determinado conteúdo desenvolvido e que seja relevante discutir com os estudantes. Todavia, as autoras enfatizam que é importante diversificar vários aspectos e áreas para que os estudantes tenham uma visão mais ampla de ciência.

Para facilitar o uso desse modelo, as autoras propõem uma representação visual denominada “Science Eye”. Esta representação apresenta uma visualização concreta desse modelo para que as várias perspectivas disciplinares que favorecem a discussão sobre ciência no ensino sejam consideradas uniformemente.

A Science Eye, apresentada na figura 2.1, é uma representação em analogia com a roda gigante London Eye, uma das principais atrações turísticas de Londres. Ela propicia que o público, que é transportado por cápsulas de vidro nas quais cabem até 25 pessoas andando livremente, tenha uma ampla visão da cidade. À medida que a roda gira, a posição de uma cápsula muda e é possível ter diferentes perspectivas do mesmo ponto, bem como visualizar aspectos que não seriam possíveis de outra maneira.

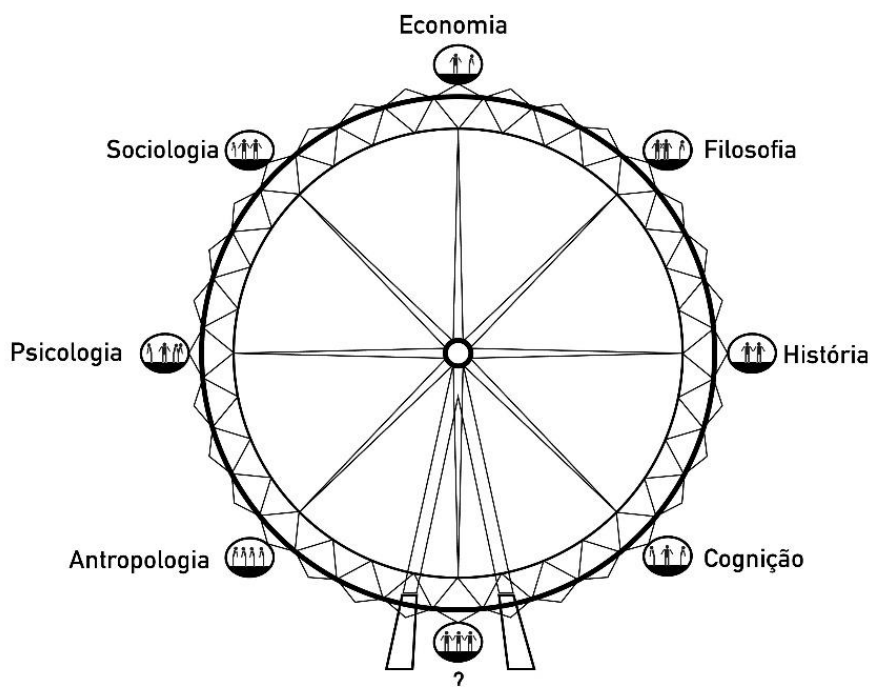


Figura 2.1. Science Eye. (Justi & Erduran, 2015, p. 7).

De forma semelhante, a Science Eye apresenta cápsulas que representam as disciplinas que podem caracterizar a ciência, citadas anteriormente, além de uma cápsula com um ponto de interrogação, simbolizando que novas áreas podem surgir ou serem consideradas em um contexto específico. Analogamente às visões de Londres proporcionadas pela London Eye, na Science Eye, podemos ter uma visão ampla de ciência, uma vez que considerando que cada cápsula representa uma disciplina, cada uma delas pode fornecer perspectivas e orientações diferentes da ciência. Além disso, assim como na London Eye, na qual a visão pode se modificar de acordo com as condições ambientais, na Science Eye, a visão da ciência pode ser modificada dependendo do tempo disponível para a discussão, do contexto escolar, ou dos objetivos do ensino, por exemplo.

Por fim, podemos dizer que a proposta serve como uma ferramenta pedagógica para o professor no momento do planejamento das suas aulas, favorecendo que o mesmo possa determinar quais aspectos de NC podem ser discutidos em cada momento da aula. Assim, ela propicia a discussão de ideias mais abrangentes sobre ciência, além de suprir a falta de um modelo visual para auxiliar os professores em suas práticas docentes, uma vez que esses podem utilizá-la no planejamento do ensino e na reflexão sobre o mesmo.

Os professores e o ensino de natureza da ciência

Para que o ensino de NC seja efetivo e presente nas disciplinas científicas, é importante que o professor possua conhecimentos apropriados sobre NC e consiga abordá-los em sala de aula pois, segundo Abd-El-Khalick e Lederman (2000), tais conhecimentos e as práticas do professor sobre NC influenciam diretamente na compreensão dos alunos.

Nessa mesma perspectiva, Garcia e Kruger (2009) defendem que professores devem introduzir práticas pedagógicas que apresentem aos alunos as implicações éticas e políticas da ciência, para que os mesmos reconheçam o conhecimento científico como produção sócio-histórica, bem como os princípios científicos.

Entretanto, a introdução de NC em sala de aula não se mostra tão simples, uma vez que muitos professores possuem uma compreensão inadequada e confusa sobre NC (Guerra-Ramos, 2012; Lederman *et al.*, 2002, Harres, 1999). Além da ausência de discussões específicas sobre o tema na maioria dos cursos de formação de professores, é importante considerar também que imagens estereotipadas da ciência são construídas consciente ou inconscientemente nas escolas, como asseguram Wong e Hodson (2009). Outros autores destacam algumas destas concepções:

*Os professores em geral têm visões antropocêntricas e instrumentista míticas da ciência, tais como as de que a tecnologia é uma aplicação da ciência, a ciência descreve a natureza, ou a ciência oferece benefícios materiais. Além disso, o professor de Ciências não consegue aceitar os componentes subjetivos da ciência, ou a natureza experimental e provisória do conhecimento científico que emerge da comunidade científica. Da mesma forma, eles não entendem as diferenças entre as teorias científicas, leis e hipóteses, e o status diferente de observações, inferências e evidências empíricas. Além disso, uma proporção significativa de professores de ciências identifica NC com as habilidades associadas aos processos de investigação científica, e, portanto, consideram que a aprendizagem de questões sobre NC não requer um currículo próprio e diferente da investigação científica (Vasquez-Alonso *et al.*, 2012, p. 783).*

Por isso, pesquisadores têm buscado melhorar a compreensão de NC dos professores e futuros professores, propondo estratégias para modificar tais concepções. Alguns destes estudos apresentaram resultados de melhoras significativas no entendimento dos professores sobre NC (Akerson & Hanuscin, 2007; Davis, 2003; Ozgelen, Tuzun & Hanuscin, 2013; Akerson, Buzzelli & Donnelly, 2010). Todavia, ao analisar a aplicação de aspectos de NC em sala de aula de alguns professores, outros pesquisadores (por exemplo, Brickhouse, 1990; Brickhouse & Bodner, 1992; Lederman, 2007 *apud* Vasquez-Alonso *et al.*, 2012) constataram que as

discussões geradas por parte dos docentes não foram tão válidas quanto se esperava. Isto mostra que apenas o conhecimento adequado sobre NC exposto por parte de alguns professores, não acarreta necessariamente alguma mudança na sua prática em sala de aula porque o conhecimento dos professores é complexo e vai muito além de entender um conteúdo (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000).

A partir daí, podemos citar alguns fatores que podem prejudicar uma abordagem de NC em sala de aula como, por exemplo, a desconfiança dos professores sobre a importância de se inserir NC no ensino; a indisponibilidade dos mesmos para fazer isso devido à enorme quantidade de conteúdo a ser contemplado; o fato de o professor ver NC apenas como um complemento desse conteúdo; a falta de materiais instrucionais sobre o tema que auxiliem o professor a introduzi-lo em suas aulas; as dificuldades do professor na preparação de estratégias de ensino voltadas para a introdução de NC no ensino (Wahbeh & Abd-El-Khalick, 2014; Akerson *et al.* 2012).

Levando em consideração os aspectos discutidos anteriormente, consideramos que uma adequada formação de professores é de fundamental importância para alterar a situação da introdução de NC no ensino.

Discutindo os Saberes dos Professores e a Formação Inicial

Os saberes docentes e a formação inicial

Quando futuros professores e professores recém formados iniciam as suas primeiras atividades em contexto escolar, percebem a complexidade das situações ocorridas nesse espaço. Inicialmente, esse professor passa por processos que Huberman (2000) denomina “de *sobrevivência* e *descoberta* para a adaptação e desenvolvimento da sua prática docente”. *Descoberta* porque se destaca pelo entusiasmo inicial: é o momento de pôr em prática o que foi aprendido na formação, da responsabilidade de “ser professor”, de ter a sua própria turma. Em contrapartida, o professor depara-se com a fase de *sobrevivência* em função de este ser o momento no qual o docente tem o contato inicial com a variedade de atribuições da profissão, o que o autor denomina como “choque do real”. Isto acontece a partir das relações de trabalho com seus pares e situações presentes no contexto escolar, do entendimento e comportamento dos alunos, dos questionamentos e modificações, ou não, da sua prática, dos materiais didáticos inadequados, dos conteúdos a serem ensinados, das formas de avaliação, etc. O autor esclarece

que os dois processos (sobrevivência e descoberta) acontecem em paralelo e influenciam um ao outro.

Ao longo da carreira, os docentes passam por outros processos que favorecem a criação da sua identidade como professor, estabilizando-se e adaptando-se ao seu ofício. Contudo, considerando os processos discutidos no parágrafo anterior, podemos dizer que, na construção dessa identidade, é necessário que eles possuam saberes que vão além de um bom entendimento da disciplina que irão lecionar. Mas, de que saberes estamos falando? Quais as suas influências e como eles são adquiridos? Sobre isso, Tardif (2014), apresenta em seu livro “Saberes Docentes e Formação Profissional” uma ampla discussão sobre o assunto, que sintetizamos a seguir.

Antes de mais nada, destacamos que quando nos referimos a “saber”, estamos considerando uma gama de conhecimentos, competências, habilidades e atitudes que são utilizadas pelos professores em suas ações profissionais como um todo. Outro ponto importante é que os saberes estão relacionados ao trabalho realizado pelos professores, aos recursos ligados à sua profissão e às práticas sociais vivenciadas. Sobre isso, Tardif explica que:

Na realidade, no âmbito dos ofícios e profissões, não creio que se possa falar do saber sem relacioná-lo com os condicionantes e com o contexto do trabalho: o saber é sempre o saber de alguém que trabalha alguma coisa no intuito de realizar um objetivo qualquer. Além disso, o saber não é uma coisa que flutua no espaço: o saber dos professores é o saber deles e está relacionado com a pessoa e a identidade deles, com a sua experiência de vida e com a sua história profissional, com as suas relações com os alunos em sala de aula e com os outros atores escolares na escola, etc. (Tardif, 2014, p. 11).

O autor define esses saberes docentes como plurais, ou seja, uma combinação de saberes, gerados pela formação inicial; pelos saberes da própria disciplina; pelos currículos presentes nas propostas educacionais e pelas experiências que são desenvolvidas no exercício da função ao longo do tempo. Além de plural, os saberes docentes são sociais e, acima de tudo, desenvolvidos socialmente, pois apresentam as seguintes características: são partilhados mutuamente por um grupo de agentes – os professores – em seu convívio e em diversas situações do ambiente escolar; sua utilização é sustentada por um sistema que legitima e orienta os profissionais; em seu cotidiano o professor trabalha e lida com os alunos e com todas as experiências e conhecimentos que esses indivíduos possuem e que influenciam diretamente seu trabalho; evoluem e se adaptam com o tempo e em contexto, ou seja, o “que” e a “maneira”

que se ensina em um momento podem ser diferentes em outro, podem ter êxito para um grupo e não funcionar para outro.

Além de sociais, Tardif relata que os fundamentos do saber ensinar não se reduzem apenas a um “sistema cognitivo”, uma vez que esses fundamentos são também existenciais. Isto porque o professor é um sujeito que traz consigo experiências que influenciam suas atitudes e decisões, pois como exposto pelo autor, o professor pensa a partir do que foi e viveu e com aquilo que acumulou de experiências ao longo da vida. Esses fundamentos também são pragmáticos, pois estão ligados tanto ao trabalho quanto à pessoa do trabalhador e suas interações.

Em suma, os saberes docentes são um conjunto de conhecimentos individuais e sociais produzidos no exercício da profissão, construídos e desenvolvidos temporalmente pelos sujeitos a partir das interações com o contexto. A partir daí, podemos questionar: se os saberes são desenvolvidos com o tempo e durante a sua atividade profissional, qual seria a atribuição da formação inicial para propiciar o desenvolvimento desses saberes?

Para isso, é preciso que os cursos de formação considerem inicialmente dois pontos: (i) futuros professores enquanto sujeitos do próprio conhecimento, que possuem e desenvolvem saberes específicos e próprios a sua profissão; (ii) a escola não apenas como um espaço de aplicação dos conhecimentos aprendidos na formação, mas como um local de mobilização de saberes.

O que é preciso não é exatamente esvaziar a lógica disciplinar dos programas de formação para o ensino, mas pelo menos abrir um espaço maior para uma lógica de formação profissional que reconheça os alunos como sujeitos do conhecimento e não simplesmente como espíritos virgens aos quais nos limitamos a fornecer conhecimentos disciplinares e informações procedimentais, sem realizar um trabalho profundo relativo às crenças e expectativas cognitivas, sociais e afetivas através das quais os futuros professores recebem e processam esses conhecimentos e informações. (Tardif, 2014, p. 242).

Esses saberes serão reforçados pelas questões sociais vivenciadas no ambiente de trabalho. Na maioria das vezes, os cursos de formação são regidos pelas questões de conhecimento e não pelas questões de ação, se limitando a fornecer orientações e informações para que o bom conhecimento dos conteúdos seja explorado e adquirido para posterior aplicação dos mesmos. Em consequência disso, o autor afirma que os futuros professores terminam a formação carregando as mesmas crenças de quando a iniciaram, crenças essas que serão as mesmas que irão se renovar na sua prática.

A partir daí, novas propostas surgiram tentando valorizar os saberes dos professores durante a formação e as práticas vivenciadas por eles. Essas propostas contemplam o que Shulman (1986) define como “dupla tarefa de ensino”, uma vez que buscam não só a aquisição de conhecimentos, mas também a gestão das interações no contexto escolar. A seguir discutimos as influências dessas discussões nas propostas e modelos de formação.

Um modelo atual de formação

Para suprir os problemas discutidos anteriormente, novas proposta de formação surgiram, sendo a mais conhecida o modelo de formação de professores proposto por Schön, que é baseado no *conhecimento na ação*, ou seja, na construção dos conhecimentos através das situações mobilizadas na prática e a partir da reflexão das mesmas. Como discutido por Pimenta (2006), a partir da reflexão sobre essas ações, o professor cria um repertório de experiências que formam o seu conhecimento prático. Contudo, quando esses conhecimentos não são suficientes para lidar com os problemas e criar soluções, o profissional busca novas soluções, possíveis explicações, teorias e investigações para os fatos, adquirindo novos conhecimentos.

Esse modelo se apoia no que conhecemos como a formação do *professor reflexivo*. Seguindo os conceitos de reflexão de Dewey, nos quais Schön baseou a sua proposta, podemos considerar que reflexão é o pensamento sobre a relação do que se tenta fazer através de seus atos e com o que se sucede como consequência deles, sendo que, a partir daí, se definem os atos futuros e os modos de ação (Libâneo, 2006).

Outro ponto a ser destacado é que, além do *conhecimento na ação* (que, como discutido anteriormente, são os conhecimentos adquiridos na prática), Schön define também que a partir da prática reflexiva são gerados conhecimentos como a *reflexão na ação* e a *reflexão sobre a reflexão na ação*. Segundo Campos e Pessoa (1998), a primeira se relaciona às observações, considerações e reflexões a respeito das suas ações docentes; enquanto a reflexão sobre a reflexão na ação, ou reflexão sobre a ação, diz respeito à reflexão da ação docente após a prática, analisando as situações ocorridas e refletindo sobre possibilidades futuras.

As propostas de Schön sobre a prática reflexiva tiveram uma ampla acolhida em muitos países, inclusive o Brasil, a partir dos anos 90, perdurando até o momento (Santos, 2008). Porém elas sofreram algumas adaptações, como discutido por Pimenta (2006), principalmente após algumas críticas relacionadas ao papel do professor reflexivo, como por exemplo, a consideração da prática como única responsável pelos saberes docentes, a reflexão do professor voltado para

si próprio, sem crítica e compreensão dos contextos dos quais os mesmos foram gerados, ou ainda a consideração da reflexão como suficiente para superar os problemas práticos.

Zeichner, que é um dos maiores críticos da maneira como o conceito de professor reflexivo é explorado, esclarece que a ação reflexiva do professor deve ser considerada como prática social por meio da qual se desenvolve um processo ativo, investigativo e de experimentação, em que o professor analisa criticamente a sua prática, reflete sobre ela, constrói conhecimentos a respeito dela e, ainda, é capaz de estabelecer um diálogo consigo mesmo e com seus pares sobre suas teorias práticas que foram se acumulando ao longo do seu exercício profissional. Para ele, a prática de todo professor é o resultado de uma ou outra teoria, quer ela seja reconhecida, quer não (Zeichner, 1993, p. 21 apud Silva, 2011).

Diante disso, é necessário que exista uma relação inseparável entre a teoria e prática, uma vez que os saberes teóricos se articulam aos práticos resignificando-os e sendo por eles resignificados. Além disso, a teoria poderá fornecer perspectivas de novas possibilidades de entendimento aplicadas à prática. Em relação à reflexão do professor, devemos levar em consideração três pontos: (i) a prática reflexiva deve centrar-se tanto no exercício profissional dos professores quanto nas condições sociais em que ocorre; (ii) o reconhecimento dos professores de que os seus atos são políticos e que podem ser direcionados a objetivos democráticos emancipatórios; (iii) a prática reflexiva, enquanto prática social, só pode se realizar em coletivo (Zeichner, 1992 apud Pimenta, 2006, p. 26). Por fim, é primordial que, além de serem reflexivos, os professores tenham também a capacidade de serem críticos, no sentido de analisar os contextos escolares de forma mais ampla, bem como os problemas sociais e institucionais que condicionam sua prática. Assim, por tudo que foi discutido, Pimenta (2006) sustenta que é necessário superar a identidade do professor reflexivo que se mostra limitada e reducionista, tornando e formando os professores como *“intelectuais críticos e reflexivos”*.

O contexto de um grupo colaborativo

Diante do paradigma do professor reflexivo centrado nas situações coletivas nas quais os docentes refletem a sua prática a partir das interações sociais vivenciadas juntamente com os seus pares, faz-se necessário considerar a perspectiva da colaboração como uma possibilidade significativa de capacitação profissional, especialmente porque esta foi a perspectiva adotada no contexto no qual este estudo foi feito.

Na verdade, como apontam Boavida e Ponte (2002), a colaboração já é um processo natural e comum entre os indivíduos, seja para a troca de experiências ou para lidar com problemas que são difíceis de serem enfrentados sozinhos. Isto torna essas situações favoráveis e úteis ao ensino, uma vez que a apropriação das mesmas pelos atores será mais acessível.

Seguindo a definição de Damiani (2008), podemos dizer que as situações colaborativas se apoiam no trabalho coletivo em busca de atingir objetivos comuns, estabelecendo relações compartilhadas e de confiança mútua. Esse tipo de junção faz com que as relações hierárquicas entre os atores – professores atuantes, formadores de professores e professores em formação – sejam reduzidas (Paula *et al.*, 2014). Entretanto, a heterogeneidade do grupo também é importante para favorecer a evolução dos participantes, uma vez que os mesmos trazem conhecimentos que são compartilhados entre o grupo, fazendo com que a aprendizagem seja mútua (Gama & Fiorentini, 2009).

O desenvolvimento de um grupo colaborativo se apresenta como um valioso espaço de pesquisa e construção da prática docente. Dentre os vários motivos para isso, destacamos os elementos apresentados por Boavida e Ponte (2002), segundo os quais:

- *Juntando diversas pessoas que se empenham num objetivo comum, reúnem-se, só por si, mais energias do que as que possui uma única pessoa, fortalecendo-se, assim, a determinação em agir;*
- *Juntando diversas pessoas com experiências, competências e perspectivas diversificadas, reúnem-se mais recursos para concretizar, com êxito, um dado trabalho, havendo, deste modo, um acréscimo de segurança para promover mudanças e iniciar inovações;*
- *Juntando diversas pessoas que interagem, dialogam e refletem em conjunto, criam-se sinergias que possibilitam uma capacidade de reflexão acrescida e um aumento das possibilidades de aprendizagem mútua, permitindo, assim, ir muito mais longe e criando melhores condições para enfrentar, com êxito, as incertezas e obstáculos que surgem (Boavida e Ponte, 2002, p. 2).*

Outro ponto a ser destacado é que o grupo colaborativo favorece também o desenvolvimento de competências e habilidades dos professores em um processo contínuo de reflexão, interpretação e compreensão dos processos vivenciados, criando condições oportunas para transformar a sua prática educativa de um fazer espontâneo para um saber fazer consciente e conscientizado (Cabral, 2013). Contudo, outros pontos devem ser considerados no desdobramento do grupo colaborativo, como por exemplo:

- os participantes devem estar acessíveis ao processo, sendo que o relacionamento entre o grupo deve ser cordial, buscando sempre o diálogo, a fim de favorecer a resolução e solução das situações pela coletividade;
- apesar de o grupo colaborativo possuir um objetivo geral de interesse comum, cada participante possui objetivos particulares que serão também explorados explicita ou implicitamente, consciente ou inconscientemente, na participação colaborativa;
- todos os participantes tem um papel específico no grupo e se beneficiarão mutuamente, mas de maneiras diferentes;
- visto que existem papéis específicos e hierárquicos no grupo, é importante que exista confiança entre os participantes a fim de que a interação entre eles seja possível;
- a negociação é um elemento importante no grupo e acontece do início ao fim, uma vez que é necessário negociar os objetivos, as formas de trabalho, as relações entre os participantes e as tarefas a serem desenvolvidas (Boavida e Ponte, 2002).

No desenvolvimento do grupo colaborativo, é necessário levar em consideração e seguir alguns passos lógicos de identificação de questões, o estabelecimento e implementação de um plano de ação, e a reflexão sobre a experiência (Reason, 1988 *apud* Boavida e Ponte, 2002). Os autores relatam que as questões emocionais também fazem parte do processo, principalmente no início dos trabalhos, quando as pessoas não se conhecem ou não estão acostumadas a trabalhar juntas. Além disso, deve ser favorecido um contexto de apoio dos trabalhos de forma que expectativas e engajamentos variados sejam contemplados. Para tal, Gama e Fiorentini (2009), propõem algumas práticas ou dinâmicas que podem ser favoráveis para o desenvolvimento da aprendizagem dos participantes no grupo colaborativo: compartilhamento de experiências sobre a prática docente através de narrativas orais e escritas; construção coletiva de materiais pedagógicos; troca de informações e socialização de ideias; estudos teórico-metodológicos; publicações de artigos; entre outros.

Discutindo o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo

Devido à variedade de conhecimentos e de habilidades que constituem os saberes docentes, é necessário ter clareza dos conhecimentos que são utilizados pelos professores em suas ações em sala de aula, uma vez que são eles que influenciam significativamente a

aprendizagem dos estudantes. Por isso, discutimos o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK)², pois o mesmo se caracteriza como um conjunto de conhecimentos utilizados pelo professor na prática.

Definindo o conceito

Para iniciarmos nossas discussões, partimos dos seguintes questionamentos: como alguém que realmente conhece alguma coisa a ensina a outra pessoa que não conhece?; ou, como a compreensão de algo se conecta a quão bem se entende esse algo para ensiná-lo? Essas indagações são, de certo modo, simples e são tão plausíveis nas discussões sobre o ensino que poderíamos tentar discutir aqui algumas possibilidades para respondê-las. Entretanto, na década 70, essas questões não eram tão claras assim. Em entrevista concedida a Amanda Berry e colaboradores (Berry, Loughran & van Driel, 2008), Lee Shulman explicou que, trabalhando com seu grupo de pesquisa, considerou os questionamentos citados e idealizou o PCK. Segundo ele, o PCK foi concebido inicialmente para chamar a atenção do público sobre uma lacuna no campo e para que as pessoas comesçassem a perceber tal lacuna.

O PCK corresponde aos conhecimentos necessários ao professor para que ele possa tomar decisões e agir em diversas situações da prática de sala aula. Por isso, Shulman afirmou que o PCK seria constituído dos conhecimentos específicos e necessários ao professor que o diferenciam de um especialista de conteúdo, isto é, ele seria um amálgama entre a pedagogia do professor e a sua compreensão do conteúdo (Shulman, 1987). Nas palavras do próprio Shulman, o PCK:

Vai além do conhecimento da disciplina por si só para uma dimensão do conhecimento da disciplina para o ensino. Ele inclui as mais poderosas analogias, explicações e demonstrações, exemplos, maneiras de representar e formular a disciplina de forma que seja compreensível aos outros. Também inclui o entendimento do que faz a aprendizagem de determinado tópico fácil ou difícil, os conceitos e preconceitos que estudantes de diferentes idades e origens trazem consigo para a aprendizagem daquelas lições e tópicos mais frequentemente ensinados. (Shulman, 1986, p. 9)

Ademais, além do conhecimento dos professores, Shulman preocupa-se em investigar como esses influenciam no ensino, como apresentam Almeida e Biajone (2007):

² Sigla derivada da denominação em inglês Pedagogical Content Knowledge, que é utilizada neste trabalho em função de sua ampla utilização na literatura da área.

Shulman e seus colaboradores dedicam-se, então, a investigar a mobilização dos saberes passíveis de ensino sob uma perspectiva compreensiva dos conhecimentos e das ações dos professores, agora vistos como sujeitos dessas ações, sujeitos estes com história de vida pessoal e profissional, produtores e mobilizadores de saberes no exercício de sua prática; plenos de concepções sobre o mundo que os cerca: seus alunos, os conteúdos que ensinam, os currículos que seguem etc. (Almeida e Biajone, 2007, p. 287)

O PCK possui natureza complexa, uma vez que diz respeito ao ensino de temas específicos que diferem de acordo com os objetivos que se pretende alcançar, além de ser desenvolvido através de um processo integrativo na prática de sala de aula. Apesar de serem diferentes, o conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico estão interligados e devem ser utilizados de forma flexível (van Driel, Verloop & de Vos, 1998). Além disso, apesar de o PCK ser uma forma de conhecimento pessoal e profissional do professor, percebe-se que professores têm um conhecimento compartilhado (ou PCK coletivo) em torno de noções-chave do ensino e da aprendizagem temas específicos (Loughran, Mulhall, & Berry, 2008).

Mesmo considerando que o PCK é desenvolvido em contexto, é importante que os conhecimentos relacionados ao mesmo sejam explorados nos cursos de formação, pois, como discutido por alguns autores (Freire & Fernandez, 2014; Kind, 2009), os conhecimentos sobre o PCK evidenciados nos cursos de formação influenciam em níveis diferentes os conhecimentos dos futuros professores.

Assim, apesar de inicialmente os docentes em formação possuírem poucos conhecimentos referentes ao PCK, o que é aceitável e natural de acordo com Kind (2009), acreditamos que as discussões sobre o assunto favorecem o desenvolvimento desses conhecimentos no posterior exercício da profissão mais naturalmente do que com um profissional que não tenha tido esse tipo de instrução. Dessa forma, os programas de formação que exploram o PCK devem estar alinhados com a prática profissional dos professores, além de favorecer o desenvolvimento de estratégias de ensino e de promover reflexões individuais e coletivas sobre as experiências dos sujeitos envolvidos nos mesmos (van Driel & Berry, 2012).

Buscando um modelo para o conhecimento pedagógico de conteúdo

Para possuírem um PCK adequado, Shulman (1987) identificou que seria necessário que os professores possuissem uma base de conhecimentos fundamentais para o ensino, sendo que essa base deveria dispor de conhecimentos básicos de conteúdo e de aprendizagem, tais como aptidões intelectuais, políticas e práticas. Tendo essas ideias como suporte, Shulman

caracterizou sete bases ou domínios de conhecimentos. São elas: *conhecimento de conteúdo*; *conhecimento didático geral*, que corresponde a princípios e estratégias de gestão e organização que ultrapassam o âmbito do sujeito; *conhecimento do currículo*, que se refere ao domínio de documentos e programas que regem a disciplina; *conhecimento pedagógico de conteúdo* (PCK), que seria o amálgama entre conhecimentos de conteúdo e pedagógico; *conhecimento das dificuldades de aprendizagem dos alunos*; *conhecimento de contextos educativos*, que abrange o entendimento de gestão da classe e da comunidade escolar; e *conhecimento dos objetivos, propósitos e valores da educação*.

A proposta original de Shulman sobre as bases de conhecimentos do PCK modificou-se ao longo do tempo, sendo propostos modelos de representação do PCK com acréscimos de novos domínios ou redefinições dos originais, elaborados com o intuito de aperfeiçoar essa ideia. Especificamente na área de Ensino de Ciências, foram desenvolvidos alguns modelos de PCK, como os de Carlsen, 1999; Park & Oliver, 2008; Morine-Dersheimer & Kent, 1999; Magnusson, Krajcik & Borko 1999, que apresentam semelhanças e particularidades.

Nessa pesquisa, utilizamos o modelo mais recente: o *Modelo de Conhecimentos e Habilidades Profissionais do Professor (TPK&S)*³ (Gess-Newsome, 2015), que resultou de discussões ocorridas em 2012 em uma cúpula de especialistas sobre PCK em Ensino de Ciências. Esse evento reuniu vinte e dois educadores de ciências de sete países, divididos em onze equipes de investigação, durante cinco dias em um ambiente de retiro. Essa cúpula foi realizada com o intuito de discutir o significado de PCK e de identificar um padrão para esse constructo. Sua realização foi motivada pelo fato de, na literatura, várias pesquisas sobre PCK apresentarem divergências na proposição dos domínios de conhecimento, nos modelos de PCK e em como os dados relativos ao PCK são coletados. Segundo Gess-Newsome, tais divergências resultavam em uma concepção fragmentada de PCK, o que limitava os estudos do mesmo.

Para atingir os objetivos do encontro, inicialmente as equipes se reuniram a fim de analisar e descrever a natureza do PCK, os modelos de PCK e as bases de conhecimento profissional. A partir daí, as equipes criaram e apresentaram modelos de PCK explorando a relação do PCK com outras bases de conhecimento profissional. Após a apresentação, um pequeno grupo de participantes selecionou as ideias consideradas mais promissoras e moldou

³ Sigla derivada da denominação em inglês Teacher Professional Knowledge and Skills.

um único modelo, incluindo as principais definições e relações para expor ao grande grupo e buscar chegar a um consenso. O modelo consensual dessas discussões, publicado por Gess-Newsome (2015), é apresentado na figura 2.2.

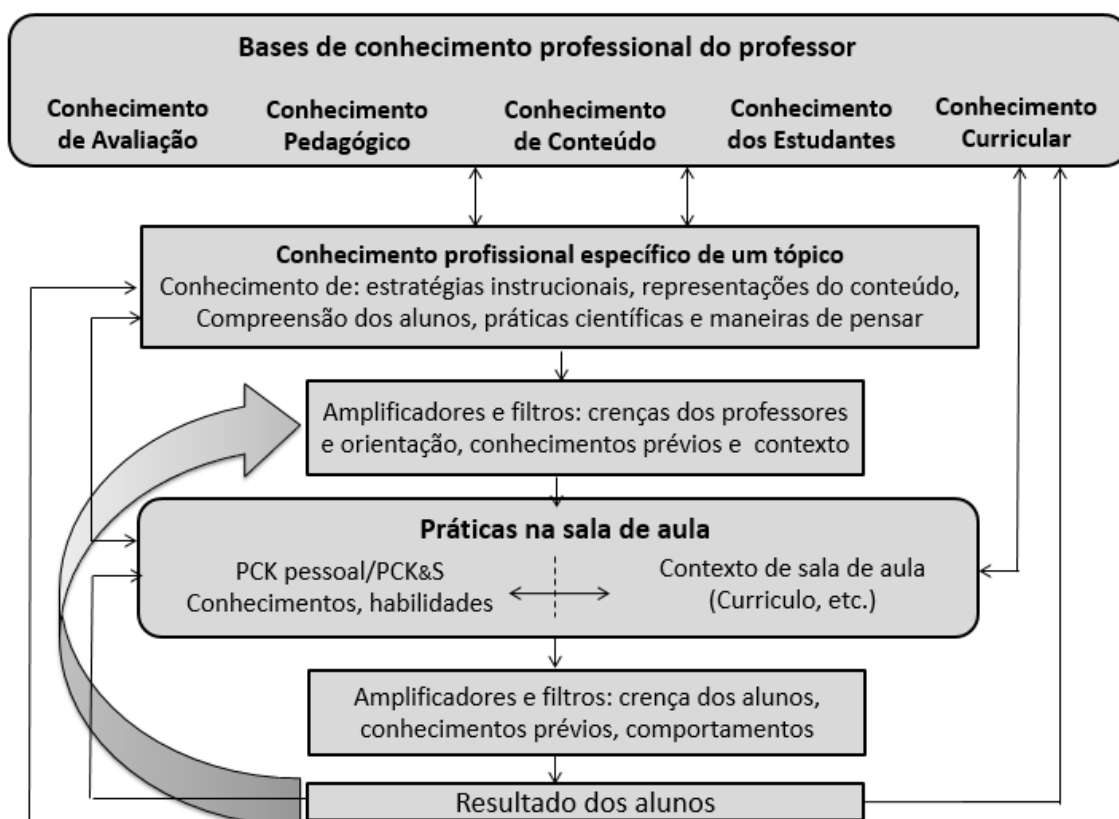


Figura 2.2. Modelo de Conhecimentos e Habilidades Profissionais do Professor (TPK&S) (Gess-Newsome, 2015, p. 31).

Esse modelo oferece um poder explicativo para a investigação do PCK, abrange toda a complexidade do ensino e da aprendizagem, e fornece uma maneira mais sólida e preditiva para pensar o conhecimento e a ação do professor, uma vez que ele analisa tanto as influências e as bases de conhecimentos usados no planejamento e instrução específicos de um tema, quanto as habilidades envolvidas no ato de ensinar em um contexto de sala de aula. A seguir, apresentamos sucintamente a definição de cada componente do modelo e as interações entre eles, de acordo com Gess-Newsome (2015).

- *Base de conhecimento profissional do professor*: são conhecimentos semelhantes à base de conhecimento do professor proposta por Shulman. Porém, ao contrário da ideia

original (segundo a qual tal base era constituída por um amplo domínio de conhecimentos), nesse modelo a base é constituída de conhecimentos diretamente necessários à prática do professor: conhecimento de avaliação, conhecimento pedagógico, conhecimento de conteúdo, conhecimento dos estudantes e conhecimento curricular. Além disso, essa base de conhecimentos profissionais, (i) é genérica, ou seja, não específica do conteúdo; (ii) é normativa, isto é, os conhecimentos necessários ao professor são pré-determinados e discutidos nos cursos de formação; e (iii) pode ser usada para definir e avaliar o que os professores sabem de cada conhecimento que compõe a categoria. Além disso, a autora destaca a flexibilidade do modelo, uma vez que podem existir outros conhecimentos necessários ao professor que não estão presentes no mesmo, mas que poderiam, em momentos ou contextos específicos, ser adicionadas nessa base de conhecimentos.

- *Conhecimento profissional específico de um tópico:* ao contrário da anterior, essa categoria abrange os conhecimentos necessários para o ensino de um tópico ou conteúdo específico e, na maioria dos casos, específicos também ao desenvolvimento do aluno. Conhecimentos dessa categoria englobam procedimentos como, por exemplo, a definição de estratégias instrucionais efetivas, a seleção de múltiplas representações, e o conhecimento dos alunos. Esses conhecimentos são públicos, ou seja, os professores utilizam materiais e fontes de pesquisa já existentes para a elaboração de um plano de aula.
- *Amplificadores e filtros dos professores:* Esta categoria abrange o que faz com que professor personalize os conhecimentos das categorias anteriores, resultando na aceitação, rejeição ou modificação de novos conhecimentos, habilidades e práticas. Por exemplo, a partir das suas crenças e orientações para o ensino de ciências; pelos seus conhecimentos prévios e pelo contexto em que está inserido, será possível que ele defina quais conhecimentos profissionais das categorias anteriores serão utilizados. Assim, professores que rejeitam, por exemplo, estratégias conceituais de aprendizagem em suas práticas, filtram o conhecimento sobre novas possibilidades de ensino. Por outro lado, professores que aceitam pesquisar novas estratégias para o entendimento do aluno amplificam seus conhecimentos. Por fim, destacamos que a ideia dos amplificadores e filtros dos professores justifica-se porque o desenvolvimento profissional do professor pode não ter um impacto direto sobre sua prática de sala de

aula, uma vez que o contexto do ensino, as crenças e as decisões dos professores em relação à instrução alteram esses conhecimentos profissionais.

- *Prática na sala de aula – a interação entre o PCK pessoal e o contexto de sala de aula:* diferente das outras categorias, que apresentam conhecimentos e habilidades necessárias à prática dos professores, esta categoria é constituída especificamente do PCK do professor, uma vez que esses conhecimentos são analisados a partir das situações vivenciadas em sala de aula, nas quais o professor utiliza o que os autores definem como PCK pessoal e as habilidades do PCK (PCK&S).

O PCK pessoal caracteriza-se como a maneira específica que o professor constrói o conhecimento, o raciocínio e o planejamento de ensino de um tópico específico com o propósito particular de favorecer o entendimento dos alunos. Ele é considerado como uma reflexão sobre a ação, uma vez que pode ser encontrado nos planos de ensino que os professores criam e nas razões por trás de suas decisões do planejamento instrucional.

Em contrapartida, o PCK&S representa o PCK em ação do docente, isto é, quando ele não só executa os planos de ensino, mas também monitora as necessidades e o envolvimento dos alunos e adequa as instruções a partir do desenvolvimento da sua prática em sala. Essas modificações e adequações da instrução exigem a reflexão na ação do professor devido à prática ser um processo dinâmico. Em relação às habilidades que são incluídas ao PCK, podemos relacioná-las ao saber fazer do professor na ação, o que se relaciona à sua capacidade de ajustar as suas ações em sala de aula. Tais ações influenciam diretamente na forma como o professor conduz as discussões e interage com os alunos a fim de favorecer o entendimento dos mesmos (van Driel *et al.*, 1998; Loughran, Mulhall, & Berry, 2004).

- *Amplificadores e filtros dos alunos:* os alunos dominam diversas situações em sala de aula, uma vez que são eles que optam (ou não) por se envolver no processo de aprendizagem, independente muitas vezes dos esforços do professor. Além disso, o sucesso dos estudantes é influenciado por vários aspectos externos, tais como: inteligência e memória de trabalho, motivação, autorregulação, capacidade de prestar atenção e persistência, frequência escolar, entre outros. Esses muitos aspectos podem atuar como amplificadores e filtros para a aprendizagem do aluno e para o que acontece em sala de aula. Por exemplo, existem momentos nos quais um professor lida com

alunos pouco interessados na explicação de um tópico, ou nos quais o planejamento de uma atividade na qual o professor buscou favorecer o entendimento dos alunos não foi tão bem sucedido em função de falta de comprometimento do aluno. Tais situações podem operar como filtro, resultando em uma diminuição de empenho do professor em implementar novas estratégias de ensino no futuro, uma vez que o problema se relaciona com o aluno e não com sua prática. Em contrapartida, essa situação de falta de interesse ou entendimento por parte dos estudantes pode servir como um amplificador para que o professor reflita sobre a situação e busque novas estratégias e situações para favorecer o entendimento dos estudantes.

- *Resultado dos alunos:* A influência do resultado da aprendizagem do aluno é sentida em todo o modelo, uma vez que é a partir dele que o professor vai explorar o seu desempenho e buscar aperfeiçoar (ou não) seus conhecimentos. Por exemplo, o desempenho dos alunos durante as aulas pode atuar como uma oportunidade de aprendizagem para o professor amplificar suas bases de conhecimento.

Outro aspecto importante do modelo são as relações entre as categorias nele presentes. Por exemplo, a categoria “*Bases de conhecimento profissional do professor*” influencia e é influenciada pelo “*Conhecimento profissional específico de um tópico*” que é, na verdade, uma derivação da categoria anterior, uma vez que explora as bases de conhecimento genéricas para o conteúdo específico que será trabalhado. Devido ao relacionamento entre as duas categorias, o enriquecimento de uma base de conhecimento tem o potencial de aumentar o conhecimento sobre a outra. Como exemplo disso, Gess-Newsome cita a interação entre os modelos de ensino dedutivo e indutivo. O modelo dedutivo (base de conhecimento profissional do professor) inicia-se a partir de uma ampla generalização para, em seguida, gerar exemplos (conhecimento profissional específico de um tópico), que são utilizados para desenvolver o entendimento consistente dos princípios gerais.

Antes que os conhecimentos da categoria “*Conhecimento profissional específico de um tópico*” estejam presentes na prática em sala de aula, a partir das estratégias e instrução sobre o tópico específico, tal conhecimento passa pelos amplificadores e filtros do conhecimento do professor. Dessa forma, as crenças e as orientações atuam como amplificadores e filtros para a aprendizagem dos professores e mediação de suas ações. Podem existir situações em que os conhecimentos da categoria não passem por algum amplificador e/ou filtro. Nesse caso, esses

conhecimentos são diretamente aplicados na prática de sala de aula, sendo mais difícil analisar a influência das crenças do professor na prática.

Em seguida, na categoria “*prática em sala de aula*” podemos analisar o PCK do professor, que no modelo é definido tanto como os conhecimentos utilizados no planejamento de estratégias, como nas instruções específicas do tema em contexto de sala de aula. A categoria pode influenciar e é diretamente influenciada pelas categorias “*bases de conhecimento profissional do professor*” e “*conhecimento profissional específico de um tópico*”, uma vez que essas representam conhecimentos fundamentais para a prática do professor. Além disso, o processo de reflexão que ocorre na prática em sala de aula pode influenciar mudanças no conhecimento de base e profissional do professor.

Para atingir a última categoria “*resultados dos alunos*”, passa-se por um processo de amplificação e/ou filtragem do conhecimento dos alunos, uma vez que o modelo considera que o aprendizado do aluno não é um produto automático de instrução. Assim, crenças, conhecimentos e comportamentos dos alunos influenciam o seu conhecimento. Considerando que o objetivo final do ensino é o desenvolvimento dos conhecimentos dos alunos, o resultado do seu aprendizado no modelo pode influenciar de alguma forma todas as outras categorias de conhecimento.

A apresentação do modelo TPK&S evidencia que ele é recursivo e dinâmico. Além disso, as categorias favorecem analisar várias influências presentes em todo o processo, propiciando a análise do desenvolvimento do conhecimento do professor em vários momentos. Por isso, acreditamos que o uso do modelo nessa pesquisa pode favorecer a configuração do processo de desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades da amostra de forma mais clara e completa. Ressaltamos também que alguns processos e elementos presentes no modelo possibilitam apresentar as complexidades de ensino e aprendizagem importantes para o conhecimento do professor – o que não está presente em outros modelos de PCK anteriores.

O conhecimento pedagógico de conteúdo para natureza da ciência

No tópico “*Os professores e o ensino de natureza da ciência*” buscamos apresentar algumas discussões presentes em pesquisas sobre o assunto. Neste tópico, o propósito é complementar essas discussões e explicitar algumas questões sobre PCK e NC. Antes de mais nada, devemos esclarecer que apesar de NC não ser um tema específico no programa curricular, como já foi discutido anteriormente, ele está inserido nos documentos normativos como algo

que pode favorecer a discussão de vários aspectos essenciais para favorecer o entendimento sobre ciência dos alunos. Além disso, nós consideramos que o ensino de ciências deve ocorrer de forma ampla e menos propedêutica. Nesse sentido, o ensino de NC pode ser caracterizado como um conteúdo específico de ensino.

Analisando as pesquisas na área, retomamos as discussões acerca do ensino efetivo de NC não depender especificamente do entendimento sobre o assunto por parte dos professores. Por exemplo ao revisar a literatura sobre tentativas empreendidas para melhorar as concepções sobre NC e a aplicação do assunto por parte de professores (tais como a análise de propostas utilizadas nos cursos de formação de professor de todos os níveis de formação, as abordagens alternativas sobre NC, intervenções utilizando abordagens implícitas ou explícitas, além da introdução de elementos da história e da filosofia da ciência), Abd-El-Khalick e Lederman (2000) verificaram que nem todas as propostas apresentaram resultados tão bem sucedidos quanto o esperado. Para os autores, isso se justifica, pois para ser capaz de ensinar efetivamente um determinado conteúdo, é preciso que se tenha o domínio de dois componentes: o conhecimento específico daquele conteúdo e o PCK.

Além dos estudos desses autores, pesquisas como as de Akerson, Buzzelli e Donnelly (2010) também destacam que é necessária uma formação de professores centrada no desenvolvimento de PCK sobre NC. Para Faikhamta (2013),

O PCK para o ensino de NC consiste em uma orientação dos professores para a ciência e em seus conhecimentos sobre currículo, aprendizes, estratégias instrucionais e avaliação. Esses componentes refletem os seguintes fatores que são importantes para professores de ciências: como eles entendem NC, como eles entendem a posição de NC no currículo e em materiais instrucionais, o estabelecimento de NC como um dos resultados de aprendizagem dos alunos, a compreensão geral das concepções e dificuldades relacionadas com NC dos alunos, a criação de estratégias e materiais de ensino e avaliação da aprendizagem dos alunos sobre NC (Faikhamta, 2013, p. 850).

Entretanto, apesar da importância desses conhecimentos, van Driel e Berry (2012) afirmam que o PCK apresenta uma natureza complexa, o que faz com que o seu desenvolvimento não seja tão simples. É necessário ressaltar, ainda, que o desenvolvimento do PCK sobre NC ainda não foi analisado de forma ampla (Hanuscin *et al.*, 2011; Faikhamta, 2013), o que se deve principalmente às poucas pesquisas relacionando os dois temas encontrados na literatura.

Além disso, nas pesquisas relacionando PCK e NC encontradas, foi possível perceber que os professores têm dificuldade em desenvolver conhecimentos amplos sobre o assunto. Por exemplo, Hanuscin, Lee e Akerson (2011), ao examinar o PCK sobre NC de cinco professoras primárias que possuíam uma boa compreensão sobre NC, perceberam que elas não desenvolveram todas as características como conhecimento de currículo e avaliação e dos alunos, adquirindo apenas o conhecimento de estratégias de ensino. O mesmo resultado foi observado na pesquisa de Bektas *et al.* (2013), ao analisar sete professores em formação de Química.

Analisando outras pesquisas, foi possível encontrar as mesmas situações citadas anteriormente. Por exemplo, ao analisar professores em formação, Akerson *et al.* (2010) identificou o desenvolvimento de algumas habilidades sobre estratégias de ensino, mas não foi possível perceber a evolução do conhecimento de avaliação e de currículo. O mesmo foi verificado no trabalho de Wahbeh e Abd-El-Khalick (2014), em que os professores analisados tiveram uma pequena evolução também no desenvolvimento de estratégias de ensino. Por outro lado, Demirdöğen *et al.* (2015) constataram, ao longo de uma pesquisa na qual trinta professores em formação elaboraram estratégias instrucionais apoiados por discussões e reflexões em grupo, que os futuros professores começaram a se preocupar em selecionar e preparar atividades com foco no entendimento dos alunos. Contudo, apesar de os participantes adquirirem outros conhecimentos, percebeu-se que os mesmos não foram amplos.

Além disso, devemos destacar que a maioria dos trabalhos citados anteriormente utilizou a lista de características de NC de Lederman ou fez uso de aspectos simplificados, apenas como forma de citação durante as atividades para discutir sobre NC. Assim, o ensino de NC analisado nessas pesquisas pode ser caracterizado como declarativo, não tendendo a favorecer uma aprendizagem ampla sobre o assunto.

Por isso, nos parece conveniente dizer que a condução de novas investigações sobre este tema é relevante para a área. Além disso, parece ser necessário buscar outras estratégias para favorecer o desenvolvimento de conhecimentos mais abrangentes por parte dos professores. Assim, acreditamos que esse estudo pode contribuir para a proposição e discussão de novas estratégias para a formação de professores no sentido de encontrar formas ou possibilidades de favorecer um melhor desenvolvimento dos futuros professores.

Questões de Pesquisa

Considerando as discussões sobre a importância do ensino sobre natureza da ciência e a necessidade da formação de professores sobre o assunto presentes na literatura, o propósito geral desta pesquisa é avaliar o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades dos professores de Química quando eles estão envolvidos em um programa de formação inicial sobre natureza da ciência que se desenvolve em um grupo colaborativo. Para tal, analisamos se e de que modo o desenvolvimento desses conhecimentos acontece, bem como a influência do grupo colaborativo na evolução desses conhecimentos.

Especificamente, pretendemos analisar o desenvolvimento desses conhecimentos a partir das ações e práticas docentes realizadas pelos professores ao longo do curso de formação. Tal contexto justifica-se porque os processos mediados em um grupo colaborativo nestes momentos suscitam condições oportunas para a transformação da prática docente e para o desenvolvimento dos conhecimentos, conforme discutido no capítulo anterior. Desta forma, as questões de pesquisa que orientam este estudo são:

1. Como os conhecimentos e as habilidades de planejar e conduzir atividades de ensino envolvendo natureza da ciência de professores de Química em formação inicial se desenvolve quando eles participam de um grupo colaborativo?
2. Como a participação em um grupo colaborativo pode contribuir para o desenvolvimento dos conhecimentos e das habilidades de planejar e conduzir atividades de ensino envolvendo natureza da ciência de professores de Química em formação inicial?

CAPÍTULO 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Caracterização Geral da Pesquisa

Para alcançar os objetivos propostos neste estudo, a pesquisa realizada teve natureza qualitativa, uma vez que buscou apresentar o processo analisado de forma clara, favorecendo a análise de possíveis mudanças ocorridas no mesmo (Bogdan & Biklen, 1994).

Bogdan e Biklen (1994) apresentam as características básicas da pesquisa qualitativa em Educação:

- A fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal, uma vez que ele se insere no ambiente de interesse do estudo. Além disso, é o investigador que controla a maioria dos dados, visto que ele presencia e tem contato direto com as situações de interesse.
- A investigação qualitativa é descritiva, pois a variedade de dados coletados favorece a construção de uma descrição detalhada de todo o processo.
- O foco maior de interesse é o processo e não o resultado, pois a pesquisa se preocupa em entender os modos como uma situação de interesse se manifestam.
- Os dados são analisados de forma indutiva, visto que não há preocupação em afirmar ou confirmar o que se passa em uma determinada situação, e sim em compreender todo o contexto que é construído quando os dados coletados são agrupados.
- O significado tem importância vital na abordagem qualitativa, uma vez que esse tipo de pesquisa está interessado nas dinâmicas internas que acontecem em uma situação.

Sendo assim, julgamos que nosso estudo contempla as características de uma pesquisa qualitativa uma vez que, para responder nossas questões de pesquisa, estamos interessados em compreender o contexto de um curso de formação inicial sobre NC e as interações que acontecem nesse curso a partir do grupo colaborativo. Para isso, nos inserimos no ambiente do nosso interesse de estudo, o que propiciou a coleta de uma variedade de dados, que são apresentados de forma descritiva para favorecer a compreensão do processo.

A pesquisa foi realizada por meio de estudo de caso, uma vez que segundo Alvez-Mazzotti e Gewandsznajder (1999), o estudo de caso favorece o entendimento do processo em

profundidade através da coleta de vários dados. Além disso, “o estudo de caso surge pelo desejo de compreender fenômenos sociais complexos” (...) “preservando as características holísticas e significativas dos acontecimentos da vida real” (Yin, 2015, p. 20). A seguir, apresentamos uma discussão mais detalhada sobre o estudo de caso.

Estudo de Caso

Caracterizando este tipo de estratégia metodológica, consideramos a definição proposta por Yin (2015), que considera o estudo de caso como:

“uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não puderem ser claramente evidentes” (Yin, 2015, p.17).

Tendo em vista que no mundo real seria complexo desassociar a influência que um contexto exerce sobre um fenômeno, o autor considera que é necessária a inserção de outras características metodológicas. Portanto,

“A investigação do estudo de caso

- *enfrenta a situação tecnicamente diferenciada em que existirão muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados e, como resultado*
- *conta com múltiplas fontes de evidência, com os dados precisando convergir de maneira triangular, e como outro resultado*
- *beneficia-se do desenvolvimento anterior das proposições teóricas para orientar a coleta e a análise de dados” (Yin, 2015, p. 18).*

Desta forma, esse tipo de pesquisa caracteriza-se como uma estratégia metodológica importante para investigar fenômenos em contexto educacional, uma vez que o investigador terá contato direto e prolongado com a situação investigada e com uma variedade de dados que o possibilita descrever e analisar ações e interações entre os sujeitos, interpretar e captar os significados sem desvinculá-los do contexto e das características em que se manifestam, permitindo entender como surgem e desenvolvem esses fenômenos (André, 2013).

Segundo André (2013), o desenvolvimento de um estudo de caso segue três fases primordiais: exploratória ou de definição dos focos de estudo; de coleta dos dados ou de delimitação do estudo; e de análise sistemática dos dados. Tais fases são caracterizadas como:

- *Fase exploratória:* Podemos dizer que é a etapa de planejamento da pesquisa, uma vez que é o momento de definir o caso que será analisado, estabelecer os procedimentos e

instrumentos de coleta de dados, selecionar os participantes e o campo que será analisado. Segundo André (2013), a pesquisa inicia com uma problemática que pode ser traduzida em uma série de questões que vão se delineando à medida que o estudo avança.

- *Fase de coleta dos dados:* nessa etapa os dados são coletados a partir de fontes variadas em situações e momentos diversificados. Contudo, é necessário delimitar o foco do estudo, tendo em vista que não é possível abranger todos os ângulos de um fenômeno em um tempo limitado de coleta.
- *Fase de análise sistemática dos dados:* nessa etapa ocorre a organização de todo material coletado. O passo seguinte é a leitura e releitura do material para a organização em ordem cronológica para, na sequência, identificar os pontos relevantes para o processo de construção das categorias de análise.

Nessa pesquisa, partimos da problemática da importância do ensino sobre NC, do ensino deficitário sobre o assunto, e do entendimento igualmente inadequado dos professores sobre o tema para definirmos o 'caso': desenvolvimento dos conhecimentos sobre aspectos de natureza da ciência de professores em formação. A partir do caso, delimitamos os instrumentos de coleta, o campo e a amostra: estudo de duas professoras em formação, durante os encontros presenciais e em sala de aula a partir da observação, aplicação de questionários e coleta de materiais produzidos ao longo do processo. Na sequência, partimos para fase de tratamento dos dados coletados, sistematizando esses dados de forma temporal.

Peres e Santos (2008) destacam que três pressupostos epistemológicos básicos devem ser levados em consideração para executar um estudo de caso adequado. Inicialmente, o investigador deve ter em mente que o conhecimento está em constante construção, uma vez que ele deve estar aberto aos fatos que surgem no estudo de caso. Dessa forma, o referencial teórico é utilizado apenas como ponto de partida para o desenvolvimento do trabalho e não como um conjunto rígido de proposições. O segundo ponto é a importância de o investigador estar atento ao fato de que o "caso" é um todo complexo, sendo necessário que ele utilize uma variedade de dados para facilitar a análise de uma ampla gama de aspectos do fenômeno investigado a fim de evitar uma interpretação reducionista do mesmo. O terceiro ponto é a consideração de que a realidade pode ser compreendida sob diversas óticas. Portanto, o estudo de caso deve apresentar os eventos da forma como ocorreram. Assim, o investigador deve

apresentar as situações observadas, opiniões divergentes, reflexões, e depoimentos dos sujeitos, fornecendo elementos necessários para que o leitor possa chegar às suas próprias conclusões e corroborar – ou não – os pontos de vista do investigador.

Contexto da Coleta de Dados

Essa pesquisa foi produzida a partir das ações realizadas no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Química Licenciatura de uma universidade pública federal do sudeste do Brasil. O programa envolveu a participação de duas coordenadoras, responsáveis pelo planejamento, condução, orientação e instrução do projeto; dezessete licenciandos⁴ que se encontravam em diferentes períodos da graduação e, conseqüentemente, apresentavam diferentes níveis de experiência e conhecimento sobre o ensino de Ciências de uma forma geral; três professores supervisores, docentes de escolas públicas da região, que foram responsáveis pela supervisão dos licenciandos nas escolas; e duas pesquisadoras, papel no qual me incluo, que acompanharam o processo vivenciado pelos licenciandos. Os licenciandos, os professores supervisores e, posteriormente, os alunos do ensino médio das turmas nas quais ocorreu a filmagem das aulas e seus responsáveis foram informados sobre os objetivos do projeto de pesquisa amplo e assinaram Termos de Consentimento Livre e Esclarecido autorizando o registro e utilização dos dados para os fins da pesquisa.

A proposta do projeto visou a formação inicial daqueles futuros professores de Química sobre o tema natureza da ciência e o desenvolvimento de suas ações voltadas para a introdução do assunto em sala de aula, através da articulação entre instrução, orientação, reflexão e prática. O projeto teve início em agosto de 2013 e se estendeu até dezembro de 2014, período no qual os licenciandos tiveram a oportunidade de frequentar escolas da educação básica e aplicar atividades em sala de aula; além de reuniões semanais em grupo, com três horas de duração. Nessas reuniões, eles participaram de atividades de instrução sobre NC e práticas científicas relevantes para a inclusão de aspectos de NC em sala de aula, planejamento e elaboração de unidades didáticas e trocas de experiências. Todo o processo contou com o

⁴ Por se tratar de um programa extenso, houve um processo de rotatividade natural entre alguns licenciandos por motivos variados. Desta forma, nem todos os dezessete licenciandos participaram de todo o processo de formação.

acompanhamento e orientação das coordenadoras e discussões em grupo. O curso de formação foi dividido em três etapas, descritas a seguir.

Etapa 1: Processo formativo sobre natureza da ciência

Nesta etapa, que teve início em agosto de 2013 e se estendeu até fevereiro de 2014, os licenciandos participaram de discussões e orientações sobre NC. Isto significa que o foco era o desenvolvimento do conhecimento de conteúdo dos licenciandos sobre o tema. Por isso, tal etapa não é analisada nesta pesquisa, uma vez que nosso interesse está no planejamento e na aplicação das atividades sobre NC. Dessa forma, essa etapa é apresentada aqui de maneira sucinta, apenas para caracterizar a origem dos conhecimentos dos sujeitos participantes de nossa pesquisa.

O intuito dessa etapa era que os licenciandos tivessem a possibilidade de adquirir conhecimentos sobre NC a partir das discussões e atividades realizadas em grupo. As instruções iniciais consistiram em palestras, leituras e discussões de textos sobre o assunto, a fim de favorecer discussões sobre o significado de ciência, os aspectos de NC que mais contribuem para a caracterização da mesma, e a importância de introduzir o assunto em sala de aula. Além da leitura de textos, os licenciandos participaram de diversas atividades como júri simulado, seminários e teatros sobre casos históricos; estudos e discussões sobre questões sociocientíficas; visitas a laboratórios da universidade para analisar o ambiente e as práticas desenvolvidas; entrevistas com professores da instituição a respeito dos trabalhos desenvolvidos, divulgação e financiamento de pesquisa.

Etapa 2: Elaboração e aplicação de unidades didáticas

Nesta etapa, os licenciandos deram início ao planejamento das atividades que seriam aplicadas nas escolas. Como a maioria não tinha nenhuma experiência em sala de aula ou em planejamento de estratégias instrucionais, o intuito era que eles pudessem pôr em prática os conhecimentos sobre NC adquiridos na etapa 1, tivessem a oportunidade de conhecer o contexto escolar de uma forma geral, assim como as relações e desenvolvimentos entre professor e alunos que acontecem em sala de aula. Além disso, por ser a primeira aplicação de um planejamento, pretendia-se também que os licenciandos adquirissem experiência, bem como compreendessem e reconhecessem a importância de analisar e refletir criticamente sobre sua prática. Esta etapa teve duração de sete semanas.

- *Semana 1:* Este encontro foi destinado a uma palestra organizada por uma das coordenadoras com o intuito de apresentar aos licenciandos as propostas que seriam trabalhadas nesta e na próxima etapa, cujo objetivo era discutir sobre ciência de forma explícita e ampla em sala de aula. Para isso, uma das coordenadoras discutiu com os licenciandos sobre diversas visões de NC presentes na literatura e suas abordagens no ensino de ciências. Logo após, ela apresentou e discutiu algumas áreas que caracterizam a ciência de acordo com o Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências (Justi & Erduran, 2015), que considera a importância de várias disciplinas para uma caracterização mais ampla da ciência. Além disso, ela apresentou a representação que favorece a visualização das principais ideias que constituem este modelo, denominada Science Eye.
- *Semana 2:* No encontro presencial da semana, os participantes discutiram e definiram estratégias para sondagem do conhecimento prévio dos alunos sobre ciência. O objetivo era que essas estratégias auxiliassem os licenciandos no momento do planejamento das atividades. Durante a semana, os licenciandos frequentaram as escolas nas quais eles aplicariam as atividades, acompanhamento que já ocorria há uma semana. Nesse processo, eles tiveram a oportunidade de conhecer o contexto da escola e da sala de aula, fatores que também poderiam favorecer no desenvolvimento das atividades.
- *Semanas 3 e 4:* Os licenciandos se organizaram em grupos conforme a divisão dos mesmos por escolas para pesquisar e elaborar as unidades didáticas sobre o tema definido. Nas reuniões presenciais semanais, os grupos se reuniam com as coordenadoras para discussões e orientações sobre o planejamento. Ao longo da semana, eles elaboraram e modificaram as atividades de acordo com os estudos feitos por eles e as discussões com as coordenadoras; as unidades modificadas foram enviadas às coordenadoras que analisaram e sugeriram as modificações e adaptações necessárias. Essas recomendações foram discutidas e novas orientações foram dadas durante o encontro da semana seguinte.

Após a semana 4, os licenciandos iniciaram suas férias acadêmicas de quatro semanas, período no qual não houve encontros semanais do grupo. Contudo, eles continuaram elaborando as atividades e frequentando as escolas orientados pelas coordenadoras. Assim as semanas 4 e 5 não foram consecutivas; na verdade, elas foram separadas por um período de um mês e meio.

- *Semanas 5 e 6:* Nessas semanas, os grupos se dedicaram à reformulação e finalização dos planejamentos e à aplicação das atividades planejadas em sala de aula. Essas aplicações se iniciaram durante as férias acadêmicas e aconteceram em diferentes momentos períodos de tempo, uma vez que as atividades foram planejadas de acordo com o tempo de aula destinado pelos professores supervisores para cada grupo.

Durante os encontros semanais, os grupos descreveram sobre o andamento da aplicação das aulas, momento no qual os licenciandos tiveram a oportunidade de trocar experiências em grupo, relatar dúvidas, dificuldades, expectativas e impressões sobre os alunos e sua atuação pessoal, favorecendo assim que eles refletissem criticamente sobre sua prática.

- *Semana 7:* Nesta semana, os licenciandos finalizaram a aplicação das unidades didáticas em sala de aula e, na reunião presencial, eles fizeram, juntamente com as coordenadoras e os professores supervisores, uma reflexão geral sobre a aplicação das atividades. Dessa forma, foi possível que os licenciandos analisassem o seu desempenho e desenvolvimento pessoal, a validade e os resultados das atividades planejadas. Além disso, eles tiveram a oportunidade de conhecer diferentes contextos e planejamentos a partir da troca de experiência entre os participantes.

Etapa 3: Planejamento, adaptação e aplicação de unidades didáticas

Nesta etapa, os licenciandos participaram de um novo momento de planejamento e aplicação das atividades. A elaboração consistiu na adaptação de materiais instrucionais selecionados pelas coordenadoras. Isto ocorreu devido ao pouco tempo de planejamento que eles teriam para que pudessem aplicar as atividades com os alunos naquele ano letivo. Como o intuito era a promoção de discussões sobre NC de forma explícita e ampla, a adaptação daqueles materiais favoreceria que os licenciandos focassem apenas no planejamento do ensino sobre ciência.

Nessas adaptações, os licenciandos puderam inserir os aspectos de NC que poderiam ser discutidos, organizando e modificando as atividades de acordo com os problemas e dificuldades encontrados na primeira aplicação, o tempo destinado para a aplicação, bem como o contexto da turma na qual as atividades seriam aplicadas.

O objetivo da etapa era propiciar aos licenciandos uma nova oportunidade de reflexão e desenvolvimento de sua prática, além de consolidar e intensificar os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores. Esta etapa teve duração de quatorze semanas e o seu desenvolvimento encontra-se descrito a seguir.

- *Semanas 8, 9 e 10:* Essas semanas foram destinadas ao processo de instrução dos licenciandos sobre práticas científicas que poderiam ser exploradas para favorecer o ensino sobre NC. Nesse período, foram feitas leituras de textos, apresentação de seminários, atividades e discussões explorando: (i) o que são evidências e justificativas e a sua relevância para a ciência; (ii) o papel da argumentação no ensino de ciências; (iii) a vivência de situações argumentativas; (iv) as maneiras de se trabalhar com atividades investigativas e como favorecer a argumentação nesse tipo de atividade; (v) o que são modelos e o seu papel na ciência e para o ensino de ciências; (vi) atividades envolvendo modelagem; e (vii) possíveis maneiras de se trabalhar com modelos e modelagem no ensino.

Os licenciandos já haviam participado de atividades relacionadas a essas práticas na primeira etapa, além de serem orientados pelas coordenadoras sobre as mesmas durante o planejamento da segunda etapa. Assim, as discussões que aconteceram nessas três semanas visavam prover e apresentar aos licenciandos oportunidades de conhecer melhor, refletir e discutir sobre situações que poderiam favorecer as discussões sobre NC no contexto de práticas científicas importantes que podem permear o ensino de ciências.

- *Semanas 11, 12 e 13:* Nessas semanas, divididos nos mesmos grupos das atividades anteriores, os licenciandos se dedicaram efetivamente à adequação das atividades fornecidas pelas coordenadoras e ao planejamento de como as atividades modificadas seriam aplicadas. Esse processo seguiu a mesma sistemática da etapa 2, isto é, produção e reformulação das atividades de acordo com as sugestões e discussões em grupo.
- *Semana 14:* Os grupos se reuniram com as coordenadoras para discutir sobre as atividades modificadas e o planejamento de aplicação das mesmas. Durante o encontro, as coordenadoras questionaram os objetivos das atividades, a forma de aplicação e as discussões que seriam feitas em sala de aula, e também propuseram sugestões para o aperfeiçoamento das atividades e/ou das unidades didáticas.

- *Semana 15:* Nesta semana, os grupos se reuniram para analisar as reformulações feitas durante a semana anterior a partir das sugestões das coordenadoras. Neste momento, eles puderam discutir sobre as modificações, propor outras mudanças que acreditavam ser viáveis e finalizar o planejamento.
- *Semanas 16, 17, 18 e 19:* As reuniões presenciais dessas quatro semanas foram destinadas à apresentação das atividades e do planejamento de cada um dos grupos. Ao longo das apresentações, os participantes do projeto contribuíram com sugestões e críticas às atividades, que foram alteradas pela última vez. A socialização das atividades e dos planejamentos entre os participantes propiciou a percepção e compreensão de aspectos importantes relacionados ao ensino explícito de NC.

A partir da semana 18, os grupos já haviam iniciado a aplicação das atividades. Sendo assim, uma parte do tempo das reuniões presenciais das semanas 18 e 19 foi dedicada aos relatos das aplicações e à troca de experiências entre os participantes.

- *Semanas 20 e 21:* Nas duas últimas semanas, continuou a troca de experiências relacionadas à aplicação das atividades em sala de aula, seguindo o mesmo processo dos relatos de experiência da etapa 2. Assim como na etapa anterior, os licenciandos tiveram uma nova oportunidade de refletir sobre a proposta e sobre sua prática, bem como analisar criticamente o seu desenvolvimento durante todo o projeto.

As semanas nas quais aconteceram trocas de experiências (18 a 21), são descritas no estudo de caso em um único momento denominado “período final”.

Caracterização da amostra

Tendo em vista que o nosso interesse era verificar o desempenho dos licenciandos durante o planejamento e aplicação de atividades de ensino que envolvessem NC, a definição dos participantes deu-se a partir da análise do desenvolvimento dos licenciandos após a etapa 1. Isto porque, para a elaboração e prática sobre NC, os licenciandos teriam que ter, a princípio, um bom entendimento sobre o assunto.

Seguindo esse critério, foram selecionadas duas licenciandas, Ana e Clara – nomes fictícios para preservar a identidade das mesmas – que apresentaram conhecimentos mais amplos sobre NC e entendimento sobre a importância do ensino sobre o assunto ao longo do

desenvolvimento da etapa em relação ao restante da amostra. A seleção de apenas duas participantes se justifica pelo fato de ser inviável descrever minuciosamente nessa pesquisa o longo processo vivenciado por outros licenciandos ao longo do projeto.

Ana iniciou o projeto no quarto período do curso de licenciatura, momento no qual ainda não havia cursado nenhuma disciplina voltada para a prática e ensino de Química. No início das etapas de planejamento das atividades, Ana cursava as disciplinas Estágio Supervisionado II e Prática de Ensino de Química II, nas quais iniciou o período de observação em sala de aula. Portanto, inicialmente ela não possuía um amplo conhecimento sobre o ensino de ciências, planejamento e nem experiência em sala de aula, uma vez que o estágio de regência só foi executado no sétimo período, quando a licencianda já estava participando do final da Etapa 3 do projeto.

Ana iniciou a elaboração das atividades (etapa 2) juntamente com mais sete licenciandos que aplicariam as atividades na mesma escola e série que ela. Como informado anteriormente, os participantes do projeto foram divididos em grupos entre as três escolas nas quais os professores supervisores atuavam. Contudo, a aplicação das atividades foi feita em duplas e em turmas distintas.

Devido à rotatividade de alguns licenciandos do projeto, na etapa 3, Ana trabalhou em um grupo com cinco licenciandos, sendo que, assim como ela, dois cursavam os últimos períodos – Aline e Antônio – e dois estavam no segundo período do curso de licenciatura e participavam do programa como ouvintes, sem nenhuma interferência nos resultados. Nesta etapa, a aplicação foi feita pelos cinco participantes na mesma turma em que Ana aplicou as atividades da etapa 2.

A escola em que Ana aplicou as atividades é conhecida por ser a principal escola estadual da cidade e possui várias turmas do ensino médio funcionando nos turnos da manhã e da tarde. Cada turma possui uma média de 40 alunos, e o nível de conhecimento dos alunos é variado. Ana aplicou as atividades em uma turma de primeiro ano que possuía 34 alunos e, segundo a professora supervisora, se caracterizava como uma das piores turmas da escola, uma vez que, segundo ela, os alunos eram desinteressados, conversam muito na aula e possuíam um baixo nível de conhecimento e aprendizagem.

Assim como Ana, Clara também iniciou o projeto no quarto período do curso e inicialmente ela também não possuía um amplo conhecimento sobre o ensino de ciências,

planejamento de atividades de ensino e experiência em sala de aula. Da mesma maneira, no início das etapas de planejamento das atividades, Clara cursava as disciplinas Estágio Supervisionado II e Prática de Ensino de Química II, nas quais iniciou o período de observação em sala de aula. Na etapa 2, Clara elaborou as atividades trabalhando em dupla com uma licencianda do segundo período que tinha iniciado sua participação no programa naquela etapa e, portanto, não tinha participado do processo de instrução sobre NC. Para minimizar esse fato, a licencianda assistiu aos vídeos do processo de instrução vivenciado pelos participantes do projeto e leu os textos utilizados durante o processo de instrução. Na etapa 3, o planejamento foi elaborado pela dupla anterior acrescida de dois licenciandos, também do segundo período, que tinham ingressado no programa recentemente. Entretanto, ao longo da etapa 3, esses três licenciandos foram desligados do programa devido à falta de comprometimento dos mesmos. Assim, Clara terminou o planejamento e aplicou as atividades sozinha.

A escola em que Clara aplicou as atividades se situa em um distrito um pouco afastado da cidade. A escola é pequena e atende todos os níveis da educação básica, porém possui apenas uma turma por série do ensino médio. A turma na qual Clara aplicou as atividades também era de primeiro ano. Ela era constituída por 17 alunos que, segundo a professora supervisora, se caracterizavam como estudantes tímidos e calados, com baixo nível de conhecimento.

Metodologia de Coleta de Dados

Em um estudo de caso adequado, busca-se retratar a realidade de forma completa e profunda; representar os diferentes pontos de vista presentes numa situação; possibilitar a interpretação de um contexto; permitir uma generalização naturalística etc. (Ludke & André, 2011). Por isso, buscamos coletar os dados de forma abrangente e em momentos variados, possibilitando assim, explorar e compreender as situações e acontecimentos ocorridos durante a elaboração e aplicação das estratégias. Desta forma, a coleta ocorreu a partir de questionários; observação participante nas reuniões; registros em vídeo das reuniões e das aulas ministradas pelas licenciandas; coleta dos portfólios semanais⁵, das atividades e planejamentos produzidos pelas licenciandas ao longo do projeto.

⁵ Os licenciandos produziam semanalmente portfólios nos quais eles deveriam registrar suas impressões sobre as reuniões e tarefas realizadas por eles, além de refletir sobre os processos que eram vivenciados.

Questionários

O questionário constitui uma técnica importante de pesquisa, tendo em vista o elevado número de pessoas que ele pode englobar, a facilidade da análise dos dados, a garantia do anonimato e seu baixo custo (Ribeiro, 2008). Apesar da técnica apresentar algumas limitações, como a dificuldade de confirmar e esclarecer respostas, o uso de questionários favorece conhecer as opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas e situações vivenciadas (Gil, 1989).

Nesta pesquisa, os questionários exploraram os conhecimentos inicial e final dos licenciandos, propiciando a composição de um amplo estudo de caso e facilitando a compreensão e acompanhamento de todo o processo vivenciado por eles. Foram aplicados três questionários, que possuíam os seguintes propósitos:

- *Questionário 1:* Aplicado no início do projeto, antes da etapa 1, com o intuito de identificar os conhecimentos prévios dos licenciandos sobre os propósitos de ensinar sobre ciência nas escolas, visto que, segundo Krajewski *et al.* (2013), o entendimento sobre os objetivos de se ensinar sobre NC, bem como o reconhecimento da importância desse ensino, se caracteriza como um dos fatores primordiais para que o professor insira essas discussões em sala de aula (Anexo 1).
- *Questionário 2:* Aplicado antes do início do planejamento das estratégias instrucionais, no final da etapa 1, com o objetivo de explorar a maneira como os licenciandos idealizavam ensinar sobre NC, além das expectativas e dificuldades em relação às suas futuras práticas docentes (Anexo 2). Dessa forma, as ideias expressas neste questionário foram usadas como ponto de partida na análise da modificação dos conhecimentos dos licenciandos ao longo do processo de planejamento e aplicação das atividades de ensino.
- *Questionário 3:* Aplicado no final do projeto, após as aulas terem sido ministradas nas escolas, com o objetivo de explorar os conhecimentos dos licenciandos relacionados ao ensino de NC, as suas impressões sobre a participação no projeto, e a importância do mesmo para o desenvolvimento de seus conhecimentos (Anexo 3).

Observação participante

O ato de observar se caracteriza como uma atividade habitual dos sujeitos, visto que por meio da observação os indivíduos podem captar e interpretar com clareza as situações e processos que acontecem ao seu redor. Em uma pesquisa, a observação como técnica de coleta de dados permite um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado (Ludke & André, 2011), bem como contemplar o comportamento espontâneo dos participantes durante o processo, além dos aspectos do contexto pesquisado (Oliveira, 2010).

Nesta pesquisa, foi realizada observação de forma participante, haja vista que me envolvi durante todo o processo do curso de formação. Em outras palavras, participei da pesquisa como *observadora participante*, uma vez que além de me incorporar ao grupo, a identidade e os propósitos de minha pesquisa foram divulgados aos participantes desde o início da coleta de dados (Junker, 1971 *apud* Ludke & André, 2011).

Segundo Yin (2015), esse tipo de observação favorece algumas oportunidades ímpares para a coleta de dados do estudo de caso, tais como: ter acesso a eventos que, de outro modo, seriam inacessíveis ao estudo; perceber a realidade do ponto de vista de alguém 'interno' a um estudo de caso, o que favorece a construção de um retrato mais preciso do estudo; poder manipular eventos menores (como questionamentos sobre os acontecimentos durante a coleta de dados ou encontros em grupo que extrapolam o planejamento de coleta de dados delimitada inicialmente pela pesquisa, que seriam de difícil acesso em uma observação passiva). A nosso ver, a produção de uma variedade de situações propiciada por esse tipo de observação contribuiu para a construção de um estudo de caso mais abrangente.

Na pesquisa, a observação foi realizada nos encontros presenciais e nas salas de aula do ensino médio, durante a aplicação das atividades de ensino planejadas pelos licenciandos. O registro da observação foi feito através da gravação em vídeo de todo o processo. Estes vídeos foram registrados a partir de duas câmeras que foram utilizadas por mim e por outra pesquisadora durante os encontros presenciais, favorecendo que tivéssemos acesso aos momentos de participação e discussão realizadas pelas licenciandas, uma vez que, nos momentos de discussão nos grupos, cada pesquisadora direcionou a filmagem para uma licencianda. A gravação dos vídeos durante as aulas ministradas pelas licenciandas foi realizada por mim. Nesses momentos, tentei captar todas as discussões que foram conduzidas por elas.

O registro da observação em vídeo se justifica pelo fato de proporcionar uma visão mais ampla dos dados coletados, além de possibilitar ao pesquisador retornar às situações vividas inúmeras vezes. Isto permite examinar o processo e os aspectos muitas vezes não percebidos na observação direta do pesquisador, além de possibilitar visualizar a transformação das qualidades, características e particularidades do objeto observado (Belei *et al.*, 2008).

Coleta dos portfólios e materiais produzidos

Os portfólios foram produzidos semanalmente pelos participantes, apresentando as discussões e reflexões dos processos vivenciados a cada semana durante o projeto. Esses registros expressam o relato das ações cotidianas vividas por eles relacionados ao programa, tais como: as atividades produzidas; as dúvidas, questionamentos e reflexões sobre as reuniões semanais; a atuação nas escolas do ensino médio; o planejamento das atividades e o conteúdo discutido. A opção por esse método se sustenta pois a análise desses documentos pode ser útil para a compreensão de um processo em curso (Alves-Mazzotti & Gewandsznajde, 1999).

Outro material coletado foram as atividades e planejamentos elaborados pelas licenciandas ao longo do projeto. Coletamos as atividades elaboradas inicialmente e todos os outros planejamentos que foram sofrendo modificações a partir das orientações das coordenadoras. Para cada licencianda foram coletados quatorze portfólios⁶ e duas unidades didáticas, juntamente com as reformulações e comentários.

Assim, acreditamos que, juntamente com os outros dados, estes dois materiais se caracterizam como uma valiosa fonte para acompanhar a influência das atividades vivenciadas no grupo colaborativo no desenvolvimento do conhecimento das licenciandas, uma vez que eles apresentam um processo contínuo de modificação e reflexão diretamente ligado ao acompanhamento do grupo colaborativo.

⁶ O número de portfólios não corresponde ao número de semanas porque durante o planejamento e aplicação das atividades em sala de aula no segundo semestre, foi produzido apenas um portfólio relatando todo o processo de planejamento e outro relatando o processo de aplicação.

Metodologia de Análise de Dados

Em virtude da quantidade de dados que foram coletados na pesquisa, apresentamos todo o processo de sistematização que deu suporte à análise dos mesmos caracterizando cada etapa deste processo.

Organização temporal dos dados

Inicialmente, assistimos aos vídeos de todos os encontros presenciais e produzimos uma descrição resumida de cada encontro, para caracterizar quais processos ocorreram em cada um (planejamento de atividades, modificações, trocas de experiência, orientações etc.). Em seguida, a partir dos portfólios e dos materiais elaborados em cada semana, buscamos identificar todos os procedimentos desenvolvidos pelas licenciandas durante a semana. O intuito foi determinar as tarefas elaboradas por elas a partir das orientações e discussões realizadas no encontro presencial. A partir daí, os eventos foram organizados semanalmente, uma vez que julgamos que a organização dos dados dessa forma facilitaria a análise do desenvolvimento das licenciandas e da influência do grupo colaborativo nesse processo.

Em seguida, iniciamos a transcrição dos acontecimentos ocorridos semanalmente. Considerando que o interesse dessa pesquisa é discutir os conhecimentos e habilidades e que o mesmo deveria se manifestar especialmente na elaboração e aplicação das unidades didáticas, transcrevemos apenas as semanas nas quais isto aconteceu. Outro fator que influenciou na transcrição foi a extensão dos eventos, uma vez que os encontros presenciais abrangeram a participação de todos os licenciandos do programa (e não só dos grupos nos quais as licenciandas estavam inseridas), fazendo com que muitos eventos gravados não fossem úteis a nossa pesquisa. Dessa forma, fizemos uma descrição detalhada dos eventos que nos interessavam, resguardando todos os processos e discursos desenvolvidos pelas licenciandas, que foram transcritos integralmente.

Na transcrição das aulas ministradas pelas licenciandas, seguimos o mesmo processo de descrição dos dados anteriores. Assim, após assistir todas as aulas ministradas por elas, selecionamos aquelas nas quais os aspectos sobre NC (foco de nosso estudo) foram discutidos. A partir daí, fizemos uma descrição resumida dos acontecimentos das aulas e transcrevemos integralmente todos os momentos nos quais as licenciandas discutiram sobre o assunto.

Produção dos estudos de caso

Considerando a organização temporal e as transcrições dos dados, elaboramos o estudo de caso para cada uma das licenciandas com o intuito de apresentar todos os processos vivenciados durante a elaboração e aplicação das atividades, bem como as influências e evoluções durante o curso de formação. Dessa forma, construímos cada estudo de caso partindo das reuniões em grupo ocorridas semanalmente, uma vez que todo o processo de orientação e discussão em grupo foi iniciado nesses encontros. A partir daí, relatamos todos os eventos decorridos durante a semana que se sucedeu a cada reunião, buscando retratar as reflexões pessoais, o desenvolvimento dos materiais, as discussões em grupo e as trocas de experiências favorecidas nesses processos. Nos estudos de caso, apresentamos também todas as ideias expressas (em forma oral ou escrita) pelas licenciandas sobre NC ou que se caracterizaram como importantes para o estudo, além das falas dos participantes do grupo colaborativo que influenciaram de alguma forma na evolução e aprendizagem das licenciandas.

Análise dos dados

Com os propósitos de (i) identificar o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades das licenciandas sobre NC nos estudos de caso; (ii) favorecer a organização da análise de maneira que a mesma contribuísse para responder as nossas questões de pesquisa; e (iii) propiciar um melhor entendimento sobre o desenvolvimento das licenciandas por parte do leitor, foram criadas categorias de análise que pudessem apresentar os conhecimentos e habilidades desenvolvidas pelas licenciandas ao longo da participação no grupo colaborativo.

A caracterização foi definida por nós a partir do “*Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências*”, de Justi e Erduram (2015), e do “*Modelo de Conhecimentos e Habilidades Profissionais do Professor*”, de Gess-Newsome (2015). A construção dos aspectos para NC se fez necessária, uma vez que nas pesquisas encontradas na literatura sobre conhecimento dos professores e NC, não foi possível encontrar uma definição de aspectos específicos a serem analisados. As categorias utilizadas na análise dos dados deste estudo são descritas a seguir. Em todas elas, NC é entendida a partir do *Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências*, isto é, como os conhecimentos relacionados a quaisquer das disciplinas que podem caracterizar a ciência.

- *Conhecimento profissional específico de NC*: abrange os conhecimentos de estratégias de ensino que favorecem a utilização de elementos de NC de forma que a mesma auxilie

na caracterização de ciência mais autêntica. Nessa categoria, destacamos os conhecimentos relacionados a:

- conhecimento de atividades que favorecem a discussão de NC junto ao conteúdo discutido como, por exemplo, análise crítica da história da ciência, atividades de modelagem, argumentação, discussão de questões sociocientíficas, atividades em grupo;
- concepções equivocadas, ideias prévias ou dificuldades de aprendizagem que os estudantes possuem sobre NC e que podem influenciar o seu entendimento.
- *Práticas na sala de aula:* corresponde à ação docente do professor e à capacidade de conduzir discussões sobre NC em sala de aula. Refere-se também à aptidão de planejar e organizar atividades sobre NC ou inter-relacionadas a outros conteúdos, de forma que esse conhecimento se torne acessível e eficaz para o aluno. As principais ações destacadas neste trabalho são:
 - conseguir conduzir discussões explícitas sobre NC e sobre aspectos de NC relacionados ao conteúdo;
 - fazer questionamentos sobre NC e perceber as dificuldades dos alunos nos momentos de discussão, bem como a sua compreensão;
 - conseguir lidar com situações inesperadas relacionadas a aspectos de NC;
 - ter capacidade de refletir sobre a validade das atividades aplicadas, buscando modificá-las quando o resultado não for satisfatório;
 - definir quais aspectos de NC podem ser explorados com os alunos e em quais áreas de conhecimento isto pode acontecer em um determinado contexto de sala de aula;
 - planejar as atividades sobre NC que serão desenvolvidas em sala de aula, levando em consideração os conteúdos que estão sendo ensinados, os materiais que podem ser utilizados e o tempo disponível;
 - definir e explicar como os aspectos de NC presentes nas unidades didáticas serão discutidos com os alunos.

- *Bases do conhecimento profissional do professor*: engloba os conhecimentos gerais utilizados pelos professores no planejamento e aplicação das atividades. Sendo assim, tal categoria é composta por:
 - conhecimento pedagógico: inclui estratégias para a gestão de sala de aula e envolvimento dos alunos. Por exemplo, questionamentos, estratégias instrucionais com base nas necessidades do aluno, criação de planos de aula;
 - conhecimento do conteúdo: conhecimento de aspectos de NC que podem ser explorados durante a elaboração e aplicação das atividades de ensino;
 - conhecimento das dificuldades dos estudantes: resulta das estratégias utilizadas pelo professor para identificar e entender as diferenças de compreensão dos alunos.
- *Amplificadores e filtros dos professores*: como explicado anteriormente, esse tópico abrange as crenças dos professores e orientações, conhecimentos prévios e conhecimento do contexto que podem influenciar no desenvolvimento de seus conhecimentos e habilidades.

Após a análise do estudo de caso, organizamos os dados a partir das categorias de análise. Assim, foi possível estruturar as mesmas em duas etapas inter-relacionadas. Na primeira etapa, apresentamos o resultado das categorias 'conhecimento profissional específico de NC' e 'práticas na sala de aula' e na segunda etapa as categorias 'bases do conhecimento profissional do professor' e 'amplificadores e filtros dos professores'. Essa separação se deve ao fato de que nós partimos da análise das atividades que foram desenvolvidas no curso de formação, que se constituíram, de forma geral, na proposição de atividades instrucionais e aplicação das mesmas em sala de aula, situações que estão diretamente relacionadas às categorias da primeira fase. Em contrapartida, os conhecimentos relacionados às categorias da segunda etapa influenciam diretamente no processo de planejamento e aplicação das atividades por parte dos licenciandos. Dessa forma, acreditamos que a organização das categorias favorece identificar os conhecimentos e habilidades de planejar e conduzir atividades sobre NC, bem como as situações que favoreceram esse desenvolvimento.

Devemos ressaltar que, assim como na proposta de Gess-Newsome (2015), consideramos os conhecimentos de cada categoria apresentada e as influências entre as mesmas com o mesmo nível de relevância. Dessa forma, a separação em duas etapas foi

utilizada apenas como forma de melhor organizar e apresentar os resultados e as influências dos conhecimentos de acordo com os processos vivenciados pelas licenciandas.

Assim, foram criados dois quadros de análise que representam cada uma das categorias da primeira etapa. Neles inserimos colunas indicando:

- a semana na qual foram identificados os aspectos analisados, favorecendo identificar o desenvolvimento temporal;
- a etapa do processo de formação (discussões em grupo, trocas de experiência, reflexões) na qual os aspectos foram identificados, propiciando identificar a influência do grupo colaborativo e das reflexões das licenciandas no desenvolvimento de seus conhecimentos;
- os conhecimentos que compõe a categoria analisada na primeira etapa;
- os conhecimentos que compõe as categorias da segunda etapa e que estão relacionadas e influenciam os aspectos analisados na primeira etapa; e
- as evidências que retratam os momentos nos quais as licenciandas explicitaram aqueles conhecimentos no estudo de caso.

Com o intuito de garantir a validade da análise dos dados, a elaboração e os resultados presentes no quadro de análise foram realizados e verificados por mim e pela orientadora desse trabalho de forma independente. Em seguida, os resultados foram discutidos até que chegássemos a um acordo sobre as poucas controvérsias de interpretação encontradas. Por fim, encerradas as discussões, finalizamos os quadros de análise, que nos auxiliaram posteriormente na discussão das questões de pesquisa.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

Neste capítulo, apresentamos os estudos de caso das duas licenciandas. Conforme comentado na seção “Metodologia de Análise de Dados”, como os casos são extensos, para facilitar a leitura, eles são apresentados em partes relacionadas aos conhecimentos expressos pelas licenciandas nas diversas situações vivenciadas ao longo do processo. Além disso, sempre que necessário, serão inseridas citações das próprias licenciandas visando caracterizar mais fielmente os seus conhecimentos e/ou ideias gerais importantes para a análise. Todas essas citações são apresentadas em itálico.

Estudo de Caso 1: Ana

Conhecimentos apresentados no início das atividades (momento anterior às instruções sobre natureza da ciência)

Analisando o questionário 1, verificamos que, para Ana, o motivo de ensinar ciência nas escolas se relacionava à presença da mesma em nossas vidas:

Considerando que a ciência é algo que está sempre presente no cotidiano, é necessário ensinar ciências para que os alunos tenham conhecimento do que ocorre em muitos fenômenos que vivenciam (...) Ao aprender ciências, o aluno desenvolve a capacidade de raciocinar de forma lógica o que seria importante para a resolução de problemas que encontrassem em seu cotidiano. (...) A ciência é algo que é fundamental para a descoberta de novas tecnologias que são importantes no mundo atual. (Resposta da pergunta 1 do questionário 1)

Ela também achava que o ensino de ciências deve ser para todos os alunos, pois:

Uma vez que os alunos estão na escola para aprender, é necessário que todos tenham acesso ao conhecimento de ciências, dada a sua importância no cotidiano. (...) Todos os alunos devem aprender ciências para que possam criar uma visão crítica e aprender a pensar de uma maneira lógica sobre os fenômenos que vivenciam. (Resposta da pergunta 2 do questionário 1)

Para que o ensino contemple os aspectos acima, Ana acreditava que:

O currículo de ciências escolar deveria conter disciplinas que contemplassem não apenas os aspectos técnico-científicos da ciência, mas que contemplassem também a história da ciência e como a mesma se encontra presente no cotidiano. (Resposta da pergunta 3 do questionário 1)

Conhecimentos apresentados no início das atividades (após as instruções sobre natureza da ciência e anterior ao planejamento das atividades)

Questionada sobre se ela pretendia inserir o ensino sobre ciência em suas aulas futuras, Ana respondeu:

Sim, pois por meio das discussões realizadas foi possível perceber o quão importante é transmitir uma visão fidedigna aos alunos, para que além de aprenderem sobre a ciência, eles possam se sentir mais motivados durante as aulas. (Resposta da questão 1 do questionário 2)

Para ela, atividades envolvendo NC poderiam ser aplicadas:

Um exemplo de uma situação em que isto poderia ser feito seria utilizar a história de Haber e a síntese da amônia para discutir algum aspecto de equilíbrio químico. Ao utilizar a história de Haber, poderia ser discutido aspectos da ciência, tais como seu vínculo com o contexto social, político e econômico, e a possibilidade de cometer erros na ciência. Para fazer isto, os alunos poderiam ler sobre uma parte da história de Haber e ver com quais entraves ele teve que lidar para sintetizar a amônia e, a partir de seus conhecimentos sobre equilíbrio, como eles poderiam ajudá-lo a solucionar estes entraves. (Resposta da questão 2 do questionário 2)

Estas respostas evidenciam a influência das atividades que ela vivenciou na etapa 1 do projeto de formação, uma vez que foram essas atividades que mostraram a importância de se discutir ciência. Além disso, naquele momento, ela não tinha conhecimento de estratégias de ensino que favorecessem a discussão desses aspectos:

Acho que a minha maior dificuldade para inserir discussões sobre ciência nas aulas seria a articulação destas discussões com o conteúdo químico, de modo a não negligenciá-lo e, além disso, fazer também com que a aula seja interativa e não apenas expositiva. (Resposta da questão 3 do questionário 2)

Nesse caso, podemos perceber que Ana reconhecia a importância do ensino sobre ciência, haja vista que apesar de ela se preocupar em não negligenciar o conteúdo, ela considerou a discussão sobre o assunto como parte inclusa do mesmo e não apenas uma discussão isolada. Além disso, apesar da sua inexperiência, ela já expressou uma preocupação em ensinar de forma interativa e não apenas por transmissão/assimilação.

Em relação à dificuldade dos alunos, ela afirmou apenas que:

Penso que se os aspectos relacionados a ciência forem abordados de forma a permitir que o aluno reflita sobre esta de forma crítica, ele não teria dificuldades em aprender sobre ciência. (Resposta da questão 4 do questionário 2)

Tal fala indica que ela não tinha conhecimentos mais amplos sobre a aprendizagem dos estudantes, pois considerava que apenas uma atividade que favorecesse ao aluno refletir de forma crítica já seria suficiente para que ele aprendesse sobre ciência.

Atividades ocorridas no período de formação

As semanas destacadas neste item são somente aquelas em que houve algum evento ou discussão relacionado ao tema deste trabalho.

Semana 1

Nessa semana não houve planejamento de atividades. Assim, no portfólio semanal, Ana apresentou as reflexões sobre os processos vivenciados até o momento e as expectativas para as próximas etapas.

Ao longo da palestra, a coordenadora elencou uma série de características e áreas relacionadas à ciência que o grupo do PIBID aprendeu ao longo de todos os trabalhos e discussões realizadas. Neste momento do encontro, pude perceber o quanto eu, de fato, havia evoluído no sentido de ter uma visão mais ampla sobre ciência, em comparação ao primeiro encontro do PIBID. Neste primeiro encontro, lembro-me de me sentir perplexa por estar sendo apresentada à ciência sob uma perspectiva nunca antes pensada. E, no entanto, percebo que agora me sinto detentora desta perspectiva que me foi apresentada.

Apesar de todo o conhecimento sobre natureza da ciência adquirido por meio das experiências vivenciadas no PIBID, ainda era obscuro para mim como este conhecimento poderia ser transmitido aos alunos no contexto da sala de aula. Neste sentido, creio que o conceito Science Eye proposto contribuiu para que isto se esclarecesse. Entender que a ciência pode ser vista sob perspectivas diferentes (filosofia, sociologia, antropologia etc.) e que dentro de cada uma destas perspectivas ainda existem diferentes modos de se pensar, é uma forma interessante de organizar as diferentes ideias relacionadas à natureza da ciência que podem surgir ao elaborar propostas didáticas, lembrando que não há necessidade de se abordar todas estas perspectivas em um mesmo momento. Além disso, foi interessante perceber que abordar a ciência relacionando-a a diferentes áreas do conhecimento é conveniente no sentido de motivar os alunos, já que estes podem ter afinidade por alguma(s) desta(s) área(s) do conhecimento.

As atividades que são citadas no texto lido⁷ (análise crítica da história da ciência; atividades experimentais investigativas; atividades de modelagem) foram exemplos que puderam esclarecer como abordar aspectos da ciência em termos práticos. Neste sentido, foi interessante notar que estas atividades

⁷ Resumo do que foi apresentado na palestra entregue pela coordenadora.

possibilitam não apenas que o aluno compreenda a natureza do conhecimento científico, mas que ele também realize um trabalho semelhante ao dos cientistas a partir do momento em que é responsável por construir seu próprio conhecimento.

Por meio da palestra ministrada e do texto lido, pude me dar conta do quanto a ciência é complexa, mas fascinante. E perceber que é necessário fazer com que outras pessoas compreendam mais sobre ciência, ampliou a dimensão do que eu imaginava ser a tarefa de um professor de Química. Creio que esta reflexão me fez notar o quão difícil é esta profissão, mas ao mesmo tempo o quanto ela é inspiradora. (Portfólio, semana 1)

Neste portfólio, podemos perceber claramente que Ana não possuía conhecimentos sobre estratégias instrucionais, haja vista as reflexões que ela fez. Outro fator importante sobre o qual ela refletiu foi a função de um professor de Química, fato que acreditamos que possa ter influenciado suas futuras ações docentes.

Semana 3

No encontro desta semana, o grupo se reuniu para definir o tema e quais atividades poderiam ser trabalhadas na escola. Inicialmente, alguns membros do grupo sugeriram trabalhar com o conteúdo de tabela periódica. Isto seria feito a partir da aplicação de uma atividade em que os alunos deveriam selecionar diferentes elementos químicos, pesquisar as suas principais características e, a partir daí, seria organizada a tabela periódica. Para alguns membros do grupo, a atividade feita desta maneira favoreceria aproximar a tabela periódica dos alunos, além de estimular a participação dos mesmos. Entretanto, Ana questionou quais aspectos sobre natureza da ciência poderiam ser trabalhados nessa atividade. Para ela, só pedir aos alunos para pesquisar sobre o elemento químico na tabela, não teria nenhuma relevância no que diz respeito à natureza da ciência.

Um dos participantes do grupo propôs que eles poderiam solicitar que os alunos verificassem a confiabilidade das fontes pesquisadas na tarefa como uma forma de abordar a natureza da ciência. Contudo, outros integrantes consideraram que discutir apenas sobre a confiabilidade seria muito pouco. Além disso, a professora supervisora explicou que trabalhar com tabela periódica não seria proveitoso naquele momento, uma vez que os modelos atômicos ainda não haviam sido estudados. Foi decidido então pensar em uma outra proposta. Após um

tempo, um dos licenciandos sugeriu trabalhar com um jogo sobre os modelos atômicos construído por uma colega de curso em sua monografia⁸.

Essas ideias e dúvidas evidenciam a dificuldade do grupo em planejar e definir uma proposta que fosse viável para o objetivo das aulas que seriam ministradas. A princípio, a atividade serviria apenas com uma forma de atrair a atenção e interagir com os alunos, sem considerar a validade da proposta para o aprendizado dos mesmos, o que havia sido definido para orientar o planejamento, ou o conteúdo que estaria sendo discutido pela professora da escola. Além disso, não foram cogitados também os aspectos de NC que poderiam ser trabalhados.

Continuando as discussões, o grupo consultou uma das coordenadoras sobre o uso do jogo citado. Ela enfatizou que o jogo poderia ser utilizado como forma de consulta, mas que o grupo deveria produzir o próprio material, pois a produção dos planejamentos era um dos objetivos do PIBID e isso favoreceria a formação deles. Alguns integrantes do grupo ficaram receosos em produzir o material, principalmente sobre modelos atômicos, tema que para a maioria seria o mais difícil de trabalhar. Porém, Ana destacou que o conteúdo modelos atômicos seria o mais viável de ser trabalhado, pois além de ser um tema muito amplo, o que favoreceria explorar vários aspectos sobre a natureza da ciência, era o próximo conteúdo a ser trabalhado pela professora supervisora naquele momento. Observamos nesse caso que, ao contrário do grupo, Ana foi capaz de vislumbrar alguma proposta e de identificar conteúdos viáveis de serem discutidos sobre natureza da ciência.

O grupo ficou em dúvida sobre o tempo de aplicação e o que deveria ser englobado nas atividades que seriam produzidas. A coordenadora explicou, então, que as atividades do primeiro semestre seriam mais simples em função do pouco tempo atribuído pela professora supervisora para a aplicação devido à proximidade das férias escolares. Dessa forma, as atividades não poderiam ser muito extensas, mas deveriam possuir elementos que favorecessem a discussão sobre natureza da ciência. No segundo semestre, entretanto, seria planejado um material completo para ensinar um determinado conteúdo na perspectiva discutida no PIBID.

⁸ O material consistia em um jogo de tabuleiro no qual várias informações históricas sobre o desenvolvimento dos modelos atômicos eram apresentadas aos participantes ao longo das etapas do jogo.

Para auxiliar os alunos, a professora supervisora explicou que era importante enfatizar a parte inicial do assunto, explicando o que são modelos e sobre o modelo atômico de Dalton, pois a partir dele seria mais fácil discutir os próximos. A partir daí ficou decidido que seria abordada a parte histórica sobre Dalton. Isto fez com que o grupo tivesse a ideia de representar Dalton em sala de aula a partir de um teatro. Tal decisão se baseou em uma sondagem de ideias prévias dos alunos realizada durante a visita inicial dos licenciandos nas escolas, na qual havia ficado claro que eles não tinham conhecimento sobre os cientistas. Além disso, o grupo acreditava que a aula ficaria mais interativa, facilitando a participação dos alunos que fariam perguntas ao cientista sobre as possíveis dúvidas que eles possuísem.

Nesse momento, observamos que o grupo começou a levar em consideração, ainda que de forma superficial, as ideias prévias apresentadas pelos estudantes, e a pensar em estratégias que poderiam favorecer a discussão e participação dos alunos.

Na sequência, a coordenadora enfatizou que deveria ser feita uma boa pesquisa histórica para que se desmistificasse não só o cientista, mas também a ciência. Além disso, o grupo deveria analisar, a partir da sondagem prévia feita com os alunos, quais eram as principais dúvidas e conhecimentos dos estudantes da turma em que cada membro do grupo iria aplicar as atividades, para que eles pudessem estar mais preparados para a produção da atividade e para o que seria discutido em sala de aula. Assim, as recomendações feitas pela coordenadora foram relevantes para que os licenciandos percebessem a importância desses elementos no planejamento de uma atividade.

Em seguida, o grupo ficou em dúvida sobre como encontrar fontes confiáveis para pesquisar sobre a vida de Dalton. A coordenadora apresentou alguns exemplos mostrando que não seria tão difícil encontrar material que pudesse ser usado como base para a preparação da aula. Ela também deixou claro que seria necessário buscar, na história de Dalton, quais aspectos de NC poderiam ser discutidos na atividade.

Ao pensar em quais aspectos poderiam ser explorados, Ana relatou em seu portfólio que o grupo definiu elementos como:

o fato de Dalton ter se interessado em estudar os gases atmosféricos e não especificamente o átomo. Aspectos como colaboração em pesquisa e o fato de o conhecimento não ser acumulativo e linear também poderiam ser abordados de forma indireta. Outros aspectos relacionados à natureza da ciência poderiam ser extraídos da história de Dalton, mas estes foram o que o grupo julgou mais relevantes no momento da reunião. (Portfólio, semana 3)

Após a reunião e a definição da atividade, o grupo se reuniu ao longo da semana para elaborar a tarefa. Ana expôs no portfólio que, durante essas reuniões, o grupo decidiu que seria importante também

fazer uma contextualização histórica, contando a época e local em que Dalton viveu bem como o modo como ocorreu sua formação (já que Dalton era matemático e não químico). Em seguida, deveria ser destacado o modo como Dalton construiu modelos e raciocinou até chegar à proposição do modelo atômico, destacando as suas observações sobre os gases. Durante e após a transmissão da história, questões deveriam ser feitas aos alunos para se discutir aspectos de natureza. (Portfólio, semana3)

Após as discussões, o grupo entregou o plano de aula para as coordenadoras. Nele, os licenciandos afirmavam que a atividade possuía um texto que seria trabalhado em forma de teatro, no qual seriam apresentados os pontos principais sobre a vida de Dalton até a proposta do seu modelo atômico. Ao longo do teatro, seriam feitas perguntas para favorecer a discussão de aspectos de NC. Isto aconteceria em momentos específicos:

1º momento: O texto apresenta a parte biográfica da vida do cientista, indicando os seus estudos e interesses. Pergunta a ser feita aos alunos: “Agora que vocês sabem sobre meus interesses em estudos meteorológicos, como vocês acham que isso me levou à ideia de modelo atômico?”

2º momento: O texto apresenta o interesse de Dalton e de vários cientistas sobre o estudo dos gases. Pergunta a ser feita aos alunos: “Agora que vocês sabem que não era só eu que estudava sobre a atmosfera, como vocês acham que funcionavam os meios de comunicação na minha época? Vocês acham que eu e estes outros cientistas trocávamos informações sobre nossos estudos?”

3º momento: O texto discute os estudos que influenciaram a pesquisa de Dalton sobre a quantificação dos gases constituintes da atmosfera e outros métodos de investigação utilizados por outros cientistas para a mesma pesquisa. Pergunta a ser feita aos alunos: “Vocês acham que existe um método universal para a ciência?”

Em seguida, encontrava-se no plano uma figura contendo os valores das pressões de vapor das substâncias mercúrio, água, ar e vapor em várias temperaturas encontradas por Dalton durante a sua pesquisa. Com essa tabela, o grupo pretendia mostrar aos alunos que o fato de um cientista ser metódico é uma coisa boa.

4º momento: O texto menciona a publicação de alguns dos estudos de Dalton e a influência das pesquisas de Newton na proposição de suas ideias. Pergunta a ser feita aos alunos: “Agora que

vocês viram como os estudos de Newton me ajudaram a realizar os meus, vocês acham que as publicações na ciência servem para quê?”

5º momento: O texto discute as ideias para a proposta do modelo atômico de Dalton. No planejamento, encontram-se figuras que ilustram representações apresentados por Dalton na época para explicar suas ideias.

Pela síntese acima, percebemos que, apesar do que foi discutido na reunião, o grupo não conseguiu organizar o plano de aula de acordo com o pretendido. Isso mostra que, ainda que tenham sido apresentados aspectos importantes para a elaboração do planejamento, houve uma dificuldade em produzir, estruturar e adequar o que foi planejado. Tal aspecto pode ser confirmado por uma reflexão de Ana sobre a elaboração da atividade:

Para a elaboração do texto histórico, tivemos muita dificuldade para selecionar os aspectos mais relevantes da história de Dalton e quais e como os aspectos químicos poderiam ser expostos aos alunos de forma que eles compreendessem os mesmos. (Portfólio, semana 3)

Apesar de ter sido enfatizado pela coordenadora, não foram levadas em consideração quais dificuldades e concepções prévias os alunos poderiam apresentar. O planejamento da aula também não especificou: como as figuras seriam mostradas e discutidas, em quanto tempo o teatro seria desenvolvido, as dúvidas dos próprios licenciandos, e como seria feita a avaliação do entendimento dos alunos sobre NC.

Semana 4

A reunião se iniciou com a discussão sobre os planos de aula entregues durante a semana. O aspecto mais destacado pelas coordenadoras foi a forma vaga com que os elementos sobre NC estavam presentes no planejamento. Por exemplo, elas enfatizaram que não adiantava apontar que eles pretendiam discutir sobre os aspectos sociológicos da ciência sem identificar quais aspectos seriam esses. Além disso, a maneira como esses aspectos de NC seriam discutidos não foi especificada nos planos de aula. Tudo isto precisaria ser explicitamente detalhado.

As coordenadoras explicaram também que a proposta do PIBID era trabalhar com a natureza da ciência, independente da prática que os participantes escolhessem utilizar. Então, era necessário manter o foco na natureza da ciência durante a intervenção. Entretanto, isto teria que ser feito de forma clara e articulada com a atividade a ser realizada.

Para auxiliar os alunos, elas entregaram um desenho da “Science Eye” para que os grupos utilizassem juntamente com o texto contendo os aspectos sobre ciência presentes em cada área, que havia sido entregue anteriormente. Assim, os grupos poderiam assinalar no desenho quais as áreas e os aspectos que eles pretendiam inserir nas atividades. Desta forma, o desenho poderia auxiliá-los a identificar visualmente os aspectos que já teriam sido trabalhados em uma atividade e quais poderiam ser acrescentados, facilitando e aperfeiçoando o processo de identificação dos aspectos no planejamento. Apesar de não haver discussões entre o grupo sobre o uso da Science Eye, os vídeos das reuniões mostram que os alunos utilizaram e preencheram o desenho ao longo do planejamento.

Considerando os eventos descritos no trecho acima, acreditamos que as discussões e orientações que foram feitas para que os grupos considerassem o que seria discutido e a forma como isto seria feito, bem como levassem em consideração as ideias prévias dos alunos, podem ter contribuído para propiciar o desenvolvimento dos conhecimentos sobre estratégias instrucionais e sobre o conhecimento dos licenciandos. Além disso, outro fator que pode ter propiciado o desenvolvimento desses domínios foi a solicitação explícita de uso da “Science Eye” para subsidiar a introdução dos aspectos de NC, uma vez que o planejamento da aula evidenciou a dificuldade do grupo em inserir esses aspectos nas atividades.

Após a discussão com as coordenadoras, o grupo se reuniu para verificar as correções e sugestões de modificação do plano de aula. Inicialmente, os licenciandos começaram a pensar no que poderia ser acrescentado e modificado, pois além dos problemas com o planejamento, seria preciso adequá-lo ao tempo disponibilizado pela professora. Assim, ficou decidido que o grupo se separaria para modificar a atividade. Ana ficou com a tarefa de reescrever os textos históricos que estavam extensos, enquanto o resto do grupo se dividiu para acrescentar os aspectos de NC e modificar as perguntas presentes no planejamento para que elas pudessem propiciar as discussões com os estudantes em sala de aula.

Logo após, uma das coordenadoras chamou a atenção do grupo para o conteúdo dos textos presentes no planejamento. Por exemplo, ela explicou que uma parte importante que deveria estar inserida – como Dalton propôs o modelo atômico – não estava explicada no texto. Além disso, seria necessário retirar algumas informações menos relevantes, tais como, a cidade na qual Dalton nasceu ou com quem ele estudou, pois isso não acrescentaria nada para o objetivo da atividade. Finalmente, ela deixou claro que o grupo deveria ficar atento

principalmente às informações que caracterizariam o contexto e o trabalho dele, pois esses aspectos seriam essenciais para a discussão sobre natureza da ciência.

Outro problema presente no planejamento foram as figuras inseridas ao longo das atividades, pois o grupo não havia explicado a utilidade e o objetivo das mesmas. Na discussão, os licenciandos justificaram que a intenção era mostrar os modelos que eram utilizados por Dalton durante o seu trabalho, mas que, devido ao problema em projetar os desenhos na escola (em virtude do número reduzido de aparelhos multimídia), eles estavam pensando em não utilizá-los mais. Entretanto, as coordenadoras sugeriram que o grupo imprimisse esses desenhos, uma vez que mostrá-los seria válido para apresentar a maneira como Dalton trabalhava na época.

Em seguida, o grupo explicou que eles estavam utilizando um artigo⁹ como base para produzir as atividades. Tal texto apontava as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes em relação ao modelo de Dalton e como esse problema afetava o entendimento sobre os outros modelos. O grupo também informou que o planejamento seria modificado com o objetivo de abordar essas dificuldades.

Logo após, os membros do grupo começaram a trabalhar nas tarefas para as quais foram selecionadas. Finalizadas as reformulações, o grupo conseguiu diminuir e reunir os pontos principais para a discussão sobre o modelo de Dalton e sobre NC (como o trabalho colaborativo e a importância de modelos na ciência).

Na reformulação do planejamento, o grupo não considerou todos os aspectos de NC que poderiam ser discutidos como, por exemplo, a subjetividade na ciência. Outro problema foi que o grupo não explorou a desmistificação dos cientistas. Apesar de isto ter sido enfatizado pela coordenadora e de ter sido citado pelo grupo como objetivo desde o início do planejamento, não foi inserido no planejamento. Acreditamos que isso ocorreu devido a uma possível dificuldade do entendimento sobre NC dos participantes que ficaram com o encargo de selecionar esses aspectos no texto. Tal crença se sustenta em nossa observação de que eles tiveram dificuldades em diferenciar os elementos de NC dos fatores que poderiam favorecer a discussão desses aspectos. Por exemplo, o grupo explicou no planejamento que entre os

⁹ Melo, M. R., & Neto, E. G. L. (2013). Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em Química. *Química Nova na Escola*, 35(2), 112-122.

aspectos de NC, seriam trabalhados *Mostrar aos alunos que o objetivo de Dalton não era propor um modelo atômico e que, na realidade, foram seus estudos sobre os gases atmosféricos que o levaram a propor o modelo atômico*. Nesse caso, o fato citado poderia favorecer discutir com os alunos sobre como são produzidos os conhecimentos científicos.

Além disso, apesar de terem utilizado o teatro como forma de favorecer o entendimento de NC, e de terem reformulado o texto com aspectos que favoreceriam as discussões sobre o assunto, as questões que foram formuladas não se relacionavam com aspectos de NC que eles pretendiam discutir. O grupo também não explicitou como seria feita a discussão desses aspectos e como o entendimento dos alunos seria analisado.

A análise do planejamento reformulado mostra também que as dificuldades e concepções prévias dos estudantes não foram consideradas, apesar de o grupo ter dito que estava se baseando em uma pesquisa que discutia as concepções prévias dos alunos. No plano de aula estava apenas escrito: *Pesquisar os conhecimentos prévios que os alunos precisam para aprender modelos atômicos. Isto pode ser encontrado nos PCN de Química*. Acreditamos que isto tenha sido anotado no planejamento apenas em função de esse aspecto ter sido comentado pelas coordenadoras, pois o grupo não levou tal anotação em consideração.

Após esta reunião, os licenciandos iniciaram as férias acadêmicas de quatro semanas, período durante o qual não aconteceram encontros presenciais. Contudo, neste tempo eles tiveram as tarefas de reformular e continuar produzindo o planejamento, e de realizar a aplicação das atividades na escola de ensino médio, processo que foi acompanhado e orientado pelas coordenadoras.

Semana 5

Nesta semana aconteceu o retorno dos encontros presenciais após as férias. A reunião foi dividida em dois momentos. Primeiramente, a coordenadora discutiu sobre a aplicação das atividades nas escolas e, em seguida, os grupos se reuniram para reformular os planejamentos. Como a dupla da qual Ana participava não tinha aplicado a atividade até o momento, relatamos apenas a parte da reformulação das atividades.

Durante as férias, o grupo produziu a atividade sobre os modelos atômicos de Thomson e Rutherford e o planejamento de aplicação da mesma. Novamente, as dificuldades e concepções prévias dos estudantes não foram consideradas. Ao propor a leitura de um texto histórico extenso, não foi levado em consideração se essa estratégia era válida para a turma que

seria aplicada a atividade pois, como havia sido explicitado pelo grupo antes, a turma era bem apática. Eles também não se preocuparam com a forma como seria feita a leitura. Além disso, os aspectos de NC não foram considerados de acordo com as orientações dadas pelas coordenadoras na reunião, pois no planejamento estava escrito apenas que os aspectos que seriam trabalhados (no final da atividade) seriam o trabalho colaborativo e a humanização da ciência, mas sem especificação como essa discussão seria feita.

Ao longo da reunião, o grupo começou a verificar as sugestões que foram feitas no planejamento pelas coordenadoras. Contudo, os participantes tiveram dificuldade de entender as orientações e como inseri-las no texto. Então o grupo pediu auxílio a uma das coordenadoras, que explicou que o texto estava repleto de dados que não eram importantes para a discussão. Ela também enfatizou que o que seria interessante na atividade é que eles fizessem com que os alunos pensassem sobre por que o modelo de Thomson não explica o experimento das partículas alfa e sobre como a proposta de Rutherford explica. Ela salientou que era importante fazer com que os alunos entendessem o experimento do espalhamento das partículas alfa, que não é muito óbvio e, fazê-los pensar sobre por que as novas evidências obtidas nesse experimento não eram explicadas pelo modelo de Thomson – o que motivou a proposição de um outro modelo. Ela explicou que o texto seria um apoio para discutir a parte histórica, mas que para que a atividade fosse válida, seria preciso que as evidências e os modelos fossem claramente discutidos no final da leitura.

Outro problema é que a figura do modelo atômico de Rutherford presente no planejamento estava incorreta, pois apresentava órbitas, o que só foi proposto anos depois por Bohr. Por isso, a coordenadora orientou o grupo a escolher uma figura correta.

Devido ao pouco tempo disponibilizado pela professora supervisora para a condução da aula, a coordenadora sugeriu que a leitura do texto poderia ser feita em grupo e, a partir daí, as características do cientista que foram destacadas na atividade pelo grupo poderiam ser discutidas. A coordenadora salientou também que o questionário apresentado no planejamento não tinha objetivo nenhum e que disponibilizar 5 minutos para os alunos responderem era inviável. Assim, era melhor retirar o questionário.

Nesse momento, entendemos que as sugestões que a coordenadora fazia para o grupo em relação à condução das atividades e aos pontos que poderiam ser considerados para favorecer as discussões com os estudantes eram importantes. Um aspecto importante de ser

ressaltado é que essas atividades foram planejadas em um grupo constituído por Ana e mais sete licenciandos, e que a análise dos vídeos evidenciou que Ana não deu muitas sugestões durante as reuniões.

Semana 6

Neste encontro, a coordenadora discutiu sobre a aula ministrada pela dupla da qual Ana participava. Na aplicação, Ana ficou com a tarefa de conduzir as discussões sobre NC com os alunos após a representação do personagem Dalton, que foi feita pela companheira de dupla. Entretanto a aula não foi proveitosa, fato que foi explicado por Ana no portfólio: *a história de Dalton foi contada de maneira rápida e os aspectos de natureza da ciência não foram discutidos* (Portfólio, semana 5). De fato, durante a aula, uma vez finalizada a história, Ana questionou aos alunos sobre o assunto e eles ficaram calados. Devido a essa pouca participação dos estudantes, ela não conseguiu conduzir as discussões. Sobre esse problema, Ana justificou:

Conforme foi relatado pela própria professora supervisora, os alunos da turma em que se realizou a intervenção são pouco participativos. Sendo assim, há a necessidade de persistir em questionar os alunos, ainda que inicialmente eles não queiram fazer perguntas e participar da discussão. É de grande importância que os alunos exponham suas dúvidas e opiniões para saber quais são suas concepções sobre ciência ou até mesmo quais são suas concepções sobre o conteúdo abordado. (Portfólio, semana 5)

Para favorecer as discussões, foi preciso a intervenção da coordenadora na aula para contribuir para o entendimento do modelo atômico. Ela ressaltou que o problema não foi a apatia dos alunos, como exposto pela dupla como o principal problema da aula, pois quando ela (que estivera presente na aula) explicou sobre os modelos desenvolvidos por Dalton, os alunos participaram e fizeram perguntas. Então, a dupla deveria explorar as questões e as ideias prévias dos alunos a fim de motivá-los a participar. Além do mais, seria preciso prestar atenção à forma como o conteúdo seria explicado, pois muitas vezes o que parece compreensível para o professor não é tão óbvio para o aluno.

Aquela era a primeira atividade conduzida por Ana em sala de aula. Provavelmente por isto ela tenha tido dificuldades na condução da mesma. Contudo, acreditamos que faltou uma reflexão maior por parte dela sobre o que aconteceu durante a aula, pois para ela os únicos problemas foram a apatia dos estudantes e o fato de ela não ter insistido mais para que eles participassem.

Seguindo a reunião, a coordenadora ressaltou que a discussão feita até aquele momento poderia ajudar os licenciandos a refletir sobre as próximas intervenções. Nelas, eles deveriam ficar atentos para o fato de que o planejamento não é um script a ser decorado e seguido, mas que ele tem que estar bem entendido e estudado. Em seguida, a colega que ministrou a aula junto com Ana admitiu que, a princípio, elas não sabiam como iriam fazer para discutir sobre NC e que, como após a apresentação do teatro os alunos ficaram calados, elas não souberam como conduzir as discussões, o que fez com que a aula não evoluísse. Contudo, ela admitiu que tinha conversado com Ana, e que elas estavam pensando no que não deu certo para se prepararem melhor para as próximas aulas.

A discussão com a coordenadora favoreceu a reflexão das atividades ministradas, como explicitado no portfólio da semana seguinte. Ela enfatizou principalmente a importância de estudar e estar bem preparada para aplicar o plano de aula,

Com esta experiência, pude perceber a importância de estudar e estar bem preparada para ministrar as aulas. Pessoalmente, o domínio do conteúdo fez com que eu tivesse mais segurança para abordar o mesmo. Contudo, acredito que mesmo com todas as disciplinas estudadas na universidade e com as discussões do PIBID, o como fazer só se aprende com a experiência. É absolutamente difícil entrar numa sala pela primeira vez para dar uma aula, especialmente para alunos difíceis de interagir. Muitas vezes, no momento em que a aula está acontecendo, é difícil pensar em questões que suscitem discussões ou modos de abordar o conteúdo que façam com que os alunos se interessem. Neste sentido, pude perceber também o quão importante é o planejamento das aulas, já que é durante o planejamento que se pode pensar nestes aspectos que muitas vezes são difíceis de pensar no momento da aula. (Portfólio, semana 6)

Semana 7

Neste encontro, uma das coordenadoras discutiu, inicialmente, sobre a aplicação do planejamento nas escolas, uma vez que todos os licenciandos já tinham finalizado as atividades. Em relação às aulas conduzidas pela dupla de Ana, a coordenadora enfatizou a melhora que a dupla teve na condução das aulas, pois Ana e a colega conseguiram interagir com a turma, explicando sobre os modelos atômicos e discutiram em alguns momentos sobre NC. Ela afirmou acreditar que isso aconteceu porque a dupla estava mais bem preparada para conduzir as atividades, uma vez que elas estudaram o planejamento e o conteúdo que seria discutido em sala, o que favoreceu também a participação dos estudantes, que antes estavam mais apáticos. Contudo, as discussões sobre NC foram muito rápidas, uma vez que a dupla usou muito tempo

discutindo sobre os modelos, principalmente o modelo de Bohr, uma discussão que se mostrou complexa para os alunos.

Com o fim das aulas, Ana ressaltou a importância de planejar as atividades e de aplicá-las em sala de aula para sua formação:

Com a realização desta atividade, pude perceber o quão difícil é elaborar um planejamento de aula que tenha como objetivo abordar o conteúdo químico de modo a fazer o aluno pensar para construir o próprio conhecimento. Pensando nos modelos atômicos – que foi o tópico escolhido pelo meu grupo para ser trabalhado – essa tarefa foi ainda mais difícil, visto que este é um tema muito abstrato e distante da realidade palpável dos alunos. Contudo, penso que aulas sob essa perspectiva contribuem muito para a aprendizagem do conteúdo químico e também para a reflexão sobre as possíveis dificuldades que os alunos podem ter.

Devo ressaltar também que o fato de ter tido não apenas o trabalho de planejar, mas também o de realizar a intervenção, contribuiu muito para que certas dificuldades quanto à interação com os alunos na sala fossem trabalhadas. Acredito que o fato de a turma na qual fiz a intervenção não ser participativa contribuiu para este aprendizado do “como fazer” também fosse construído, já que eu nunca havia passado pela experiência de dar uma aula antes. (Portfólio, semana 7)

Todo o processo de elaboração dos planos de aula também contribuiu muito para ampliar e consolidar vários conceitos químicos, bem como para perceber vários aspectos de natureza da ciência inerentes aos casos históricos sobre modelos atômicos. Além disso, as intervenções fizeram como que os conhecimentos pedagógicos de conteúdo se desenvolvessem, já que estes podem ser grandemente trabalhados no contexto real da sala de aula. (Portfólio, semana 8).

Nesse ponto, as reflexões gerais que ela fez foram importantes, pois indicaram que ela começava a perceber alguns fatores que são essenciais para o planejamento e a condução das atividades que não eram conhecidas anteriormente (como a necessidade de uma boa preparação para a aplicação da aula, a adequação e planejamento do plano de aula, a identificação prévia de aspectos que pudessem favorecer a discussão). Além disso, ela refletiu sobre pontos que podem favorecer a condução de situações que propiciem a aprendizagem.

Após esta reunião, os três encontros presenciais seguintes foram destinados à discussão, participação em atividades e instruções sobre argumentação e modelagem, o que auxiliou os licenciandos na elaboração do próximo plano de aula. Como não houve discussão de nenhum aspecto explicitamente relacionado ao tema deste trabalho, este caso continua com o relato do que aconteceu nas semanas seguintes.

Semanas 11 e 12

Comentamos sobre os acontecimentos das duas semanas em conjunto, pois a semana 12 foi destinada à pesquisa de materiais para o planejamento após as primeiras definições de adaptação da estratégia. Desta forma não conseguimos captar em vídeo as discussões e interações, visto que eles ficaram muito tempo calados pesquisando na internet ou lendo algum texto. Entretanto essa fase de pesquisa foi importante para a elaboração do primeiro plano de aula e, por isso, precisamos mencionar sua ocorrência.

No encontro, os grupos se reuniram para iniciar o planejamento das atividades e, diferente da atividade anterior, neste planejamento os grupos receberam da coordenadora algumas atividades envolvendo o conteúdo que seria explorado. A partir desse material, os grupos deveriam inserir os aspectos de NC que poderiam ser discutidos e adequar o planejamento de acordo com o tempo e com a turma na qual a aula seria aplicada.

O grupo ficou responsável pela elaboração do material sobre ligações iônicas que explorava, em muitas de suas atividades, a construção de modelos. A partir daí, Ana sugeriu utilizar aquelas atividades de modelagem para discutir sobre NC, debatendo sobre a importância dos modelos nas práticas científicas e o uso de evidências e justificativas na ciência. Percebemos que, inicialmente, Ana reconheceu as atividades de modelagem e argumentação como estratégias que poderiam favorecer as discussões sobre NC. Porém, ela não identificou claramente os aspectos que poderiam ser explorados através dessas estratégias.

Na sequência, Ana decidiu, junto com o grupo, inserir a história da ciência no planejamento para discutir outros aspectos do assunto. Isto é coerente com o que ela vinha enfatizando desde que respondeu o questionário 2 sobre a potencialidade do uso da história da ciência para favorecer a discussão de aspectos de NC. Contudo, ela não levou em consideração que, naquele caso, esse tipo de estratégia não seria tão válido, pois o grupo teria pouco tempo para aplicar as atividades, e ainda deveria explorar os aspectos de NC presentes nas mesmas. Dessa forma, utilizar as atividades de modelagem para explorar NC seriam mais viáveis.

Durante o encontro presencial e ao longo da semana, o grupo não conseguiu pensar sobre o que poderia ser explorado historicamente sobre ligações iônicas. Assim, Ana buscou orientação sobre o assunto com uma das coordenadoras e com a professora da disciplina Estágio Supervisionado, como reportado em seu portfólio:

Elas sugeriram a inclusão de concepções que estudiosos já tiveram sobre as ligações, especialmente aquelas relacionadas aos conceitos de “afinidade” e “atração” entre partículas. Estes aspectos seriam incluídos no plano de aula relacionando essas concepções históricas a possíveis concepções que os alunos apresentem em seus modelos sobre ligações. Ao estabelecer esta relação, seria possível não apenas incluir aspectos históricos nas aulas, mas também discutir com os alunos que suas ideias não são absurdas, já que outros cientistas também já as tiveram. (Portfólio, semana 12)

Durante a semana, o grupo acrescentou os aspectos de NC que foram discutidos no encontro. Junto com os aspectos, o grupo adicionou algumas sugestões de questionamentos junto ao material do professor, que poderiam ser feitas nas atividades que continham questões relacionadas à modelagem e à argumentação. O objetivo era explicar o que são modelos na ciência (nas atividades sobre modelagem) e o papel das evidências na ciência (relacionando isto à argumentação), como apresentado no portfólio de Ana. Entretanto, a maior parte das discussões sobre NC seria feita com a inserção de um texto histórico no fim das atividades.

Produção de modelo como prática científica: em vários momentos da atividade os alunos deverão construir modelos. A partir disso, propusemos a explicação do conceito de modelos em ciência, bem como a sua utilização nas práticas científicas.

Utilização de evidências e justificativas: algumas questões da atividade solicitam que os alunos utilizem evidências (que podem ser retiradas de experimentos realizados, tabelas com dados experimentais etc.) e justificativas para suportar determinada proposição. Neste sentido, será salientado no momento da aula que a utilização destes recursos são estratégias interessantes para respaldar um argumento, o que também é uma prática comum entre cientistas. (Portfólio, planejamento)

Partindo das questões que já estavam presentes nas atividades, o grupo adicionou as orientações sobre NC. A seguir apresentamos uma síntese de cada questão e as orientações que o grupo inseriu em cada uma (da mesma maneira que apresentado no planejamento).

Atividade 1 – Questão 6, solicita que os alunos apresentem evidências experimentais que comprovam uma afirmativa. “Neste momento da aula, o professor pode questionar de forma breve aos alunos sobre o que eles imaginam que seja evidência. O professor deverá explicitar o conceito de evidência – como sendo dados que podem ser utilizados para suportar uma afirmação – para auxiliar na resolução da questão”.

Atividade 1 – Questão 7, solicita aos alunos que apresentem evidências, justificativas e conclusões sobre a queima da fita de magnésio. “Neste momento, pode-se discutir com os alunos características de ciência relativas à argumentação. No caso da questão 7, a organização

das ideias de modo a utilizar evidências e justificativas para suportar uma conclusão é algo intrínseco às práticas científicas”.

Atividade 1 parte B – Questões 1 e 2, solicita que os alunos apresentem evidências, justificativas e conclusões sobre o processo da garrafa mágica. “O professor pode discutir com os alunos (antes de resolver a questão) as características de modelos em ciência. Para tal, pode-se questioná-los brevemente sobre o que eles pensam que é um modelo, com o objetivo de constatar as concepções dos alunos sobre modelos que, em geral, são aquelas provenientes do cotidiano. Neste momento, o professor deve explicitar o conceito de modelo, como sendo uma representação parcial e limitada de um fenômeno, uma ideia etc.”

Atividade 3 – Questão 1, solicita que os alunos construam o modelo do cloreto de sódio. “O professor pode discutir com os alunos (antes de resolver a questão) as características de modelos em ciência. Para tal, pode-se questioná-los brevemente sobre o que eles pensam que é um modelo, com o objetivo de constatar as concepções dos alunos sobre modelos que, em geral, são aquelas provenientes do cotidiano. Neste momento, o professor deve explicitar o conceito de modelo, como sendo uma representação parcial e limitada de um fenômeno, uma ideia etc.”

Pelo trecho acima e pelo portfólio de Ana, constatamos que o grupo considerou as atividades de modelagem e argumentação para inserir aspectos de NC. Entretanto, as discussões sobre NC foram planejadas superficialmente e sem consideração de outros aspectos que poderiam ser discutidos na atividade, ou sem destacar de que forma os aspectos a serem explorados seriam discutidos. Isto evidencia que ainda existia uma dificuldade em identificar aspectos de NC possíveis de serem discutidos em uma atividade e em conceber como isto poderia acontecer em uma situação regular de ensino.

As dificuldades ou concepções prévias dos estudantes ou de aspectos que podem favorecer o entendimento dos alunos também não foram considerados, assim como uma forma de avaliar o entendimento dos alunos. Além do mais, as atividades aplicadas no primeiro semestre, nas quais foram discutidos alguns aspectos sobre modelos, também não foram consideradas neste planejamento. Dessa forma, o grupo propôs a realização de discussões já ocorridas anteriormente.

Neste encontro, os licenciandos seguiram elaborando as reformulações do planejamento. Ana explicou para a pesquisadora as modificações que foram feitas:

O plano de aula estava muito extenso para o tempo que a gente tinha. Então algumas perguntas que estavam no plano, e que a gente achou que estava muito repetitivo, a gente tirou.

Como características de natureza da ciência, a gente inseriu características de modelos e de argumentação, como forma de mostrar para eles que o processo que eles estão passando é análogo a uma prática científica.

Agora a gente está lendo o material da tese da Rosária que fala sobre concepção de cientistas sobre os conceitos de afinidade e atração. Aí a gente vai colocar no material do professor como possíveis concepções que podem aparecer dos alunos no momento que eles forem criar modelos sobre as ligações químicas. Porque o nosso planejamento é sobre ligações iônicas, aí a gente vai colocar isto no material do professor, para trazer aspectos históricos para o planejamento. (vídeo dos encontros, semana 13)

Uma das pesquisadoras questionou como eles pretendiam discutir essas concepções em sala de aula. Aline explicou que, à medida que as concepções dos alunos fossem surgindo, eles iriam trabalhar com a concepção dos cientistas. Então, a pesquisadora questionou se eles pretendiam relacionar as ideias dos alunos com a dos cientistas. Ana respondeu:

Sim, justamente para que eles não pensem que as ideias deles são sem sentido e sem nexos. Para eles verem que os cientistas já pensaram, mas que às vezes o que eles pensam não dá conta de explicar certos fenômenos e ideias. (vídeo dos encontros, semana 13)

A pesquisadora sugeriu que eles pontuassem, durante as atividades, quais aspectos poderiam ser explorados relacionando-os a uma prática científica para discutir NC, como por exemplo o trabalho colaborativo quando estivessem envolvidos na produção dos modelos. Ela lembrou que o grupo poderia também fazer ligação como o que foi discutido nas aulas sobre modelos atômicos para discutir sobre concepções de cientistas. Entretanto, Aline explicou que as características sobre cientistas já foram desmitificadas ao longo das atividades, ao que a pesquisadora questionou se não seria interessante retomar esses aspectos, uma vez que o grupo não sabia se os alunos realmente compreenderam sobre isto. Diante desta justificativa, o grupo concordou que seria importante retomar aquelas ideias.

A pesquisadora disse que identificando os momentos em que os aspectos de NC poderiam ser explorados, ficaria mais fácil planejar como cada aspecto seria discutido, uma vez que eles teriam que ser discutidos explicitamente. Aline perguntou se a pesquisadora estava propondo que eles discutissem e identificassem isto em algumas atividades do plano e a

pesquisadora concordou. Então, Aline propôs que o grupo poderia aprofundar essa discussão no final do planejamento, questionando os alunos se eles identificaram tais aspectos. Ela também buscou apoio da pesquisadora para sua proposta, questionando-a se aquela seria uma maneira interessante de discutir os aspectos de natureza da ciência, ou se seria melhor se aquilo acontecesse ao longo das atividades.

A pesquisadora solicitou que a licencianda explicasse a ideia claramente e ela informou que eles pensavam em inserir as discussões sobre NC principalmente na parte histórica. Como isto significaria não inserir cada aspecto ao longo do plano, como havia sido sugerido, eles estavam em dúvida se a maneira proposta seria válida. A pesquisadora indicou que eles perguntassem para a coordenadora, mas que ela acreditava que se os aspectos de NC fossem explorados apenas no final, os alunos iriam perder muitas oportunidades de discussão, uma vez que aquelas atividades poderiam favorecer explorar muitos aspectos sobre NC. O grupo reafirmou que não havia pensado naquilo, mas que talvez fosse interessante mostrar para os alunos que eles estavam vivenciando uma situação análoga a uma prática científica.

A pesquisadora ressaltou que existem muitos outros aspectos que poderiam ser discutidos. Parece que Ana entendeu o que ela quis dizer, pois, em seguida, afirmou: *É, por exemplo, na parte da socialização dos modelos, a gente pode explicar o que a pesquisadora falou do trabalho colaborativo.* A pesquisadora ressaltou que os aspectos deveriam ser discutidos explicitamente, pois provavelmente os alunos, sozinhos, não conseguiriam identificá-los. Então, Ana propôs que, quando eles fossem revisar o planejamento, poderiam identificar em quais momentos das atividades os aspectos sobre NC poderiam ser inseridos.

Aline disse que, naquele momento, eles achavam que o mais interessante seria discutir ao longo das atividades e fazer um fechamento retomando no final, o que foi discutido. Isto porque, como eles estavam planejando as atividades para dez aulas, talvez os alunos não se lembrassem do que havia sido discutido na primeira aula. Esta ideia foi questionada por Ana, ao afirmar: *Mas a gente não precisa discutir os aspectos todas as aulas, por que nem sempre vai ter alguma coisa para ser trabalhada.*

Dando continuidade, a pesquisadora perguntou aos integrantes do grupo como foi a experiência deles ao vivenciarem as atividades do PIBID sobre NC. Uma das participantes disse que havia sido fácil enxergar os aspectos, mas que *entendê-los foi muito difícil.* Então a pesquisadora solicitou que o grupo pensasse em como seria o processo para os alunos para os

quais eles iriam aplicar o plano de aula, pois se no momento da aula eles só falassem superficialmente sobre NC, o aluno poderia não entender. Aquilo parecia indicar que o processo de discutir aspectos de NC teria que ser contínuo. Ela explicou que, assim como nas atividades do PIBID, no qual eles passaram por um processo, com os alunos também teria que ser da mesma forma, isto é, eles deveriam aprender ao longo do processo. Sendo assim, não seria preciso adicionar todos os aspectos de NC em apenas uma aula, pois a intervenção aconteceria em várias aulas nas quais aqueles aspectos poderiam ser discutidos.

A pesquisadora também explicou que, como naquelas atividades os alunos estariam vivenciando uma prática científica, aspectos como, por exemplo o trabalho colaborativo, poderiam ser compreendidos mais facilmente. Naquele momento, Ana introduziu uma ideia interessante:

Uma coisa que eu acho legal também é que o processo que eles estão participando é uma prática científica e, ao mesmo tempo, não é no laboratório. E eles têm essa concepção muito forte de que o cientista só fica no laboratório. Mas não necessariamente eles precisam estar no laboratório para produzir conhecimento. (vídeo dos encontros, semana 13)

A pesquisadora enfatizou que aquilo deveria ser discutido em sala, uma vez que muitos alunos têm essa concepção e que a atividade permitiria explorar esse aspecto. Ela explicou também que, de acordo com suas experiências prévias de aplicação daquelas atividades, o grupo deveria ficar atento ao tempo de aula, pois as atividades de modelagem requerem muito tempo para serem adequadamente realizadas e seria preciso também considerar os contratempos que acontecem na escola, como semana de prova ou alguma competição esportiva.

Em função de a pesquisadora ter mencionado suas experiências prévias de aplicação de atividades de modelagem, Ana questionou: *E como você faz para os seus alunos participarem das suas aulas? Porque a nossa turma é muito difícil.*

Antônio afirmou que, se as atividades valessem ponto, os alunos participariam, mas Ana refutou tal ideia: *Na atividade sobre modelos atômicos, a professora supervisora falou com os alunos que se eles não apresentassem o modelo, eles não iriam ganhar ponto. Eles não estavam nem aí e não apresentaram.*

A pesquisadora explicou que ela utilizava a nota para eles participarem e que em todas as aulas, ela avaliava o comportamento e a participação – o que resultou em, ao longo do tempo, eles terem ficado mais participativos. Então, Ana levantou um outro ponto importante:

O problema é que a gente não é o professor da turma e eles não olham a gente como figura de autoridade. Eles acham que a gente é igual a eles e não adianta a gente chamar a atenção, falar para eles fazerem a atividade, não adianta. Segundo a professora supervisora, aquela é a turma mais desmotivada da escola. Mas depois de algum tempo alguns alunos até que participaram. Mas teve um grupo que não fez nada nem quando a gente disse que cairia na prova. (vídeo dos encontros, semana 13)

Então, a pesquisadora sugeriu que Ana poderia separar o grupo, pois aí eles não atrapalhariam. Porém, ela destacou que, na maioria das vezes, Ana não iria conseguir atenção de todos os alunos da turma, pois nem todos interagem da mesma forma.

Seguindo as discussões, ao relatar para uma das coordenadoras o que eles estavam pensando em inserir no planejamento, Ana explicou que o grupo pretendia relacionar as atividades vivenciadas pelos alunos com as práticas científicas: por exemplo, o trabalho colaborativo em que os estudantes participariam ao produzir modelos com o trabalho colaborativo na ciência. Finalmente ela destacou que, independente dos aspectos discutidos, seria importante que eles fossem inseridos apenas se a atividade favorecesse a discussão dos mesmos, pois não se deve forçar a inserção de aspectos que não fazem sentido em um determinado momento.

Nesse diálogo, observamos a importância da discussão do grupo com a coordenadora, uma vez as suas orientações favoreceram aos licenciandos pensar nos aspectos sobre NC que poderiam ser inseridos no processo a ser vivenciado pelos estudantes. Além disso, considerar que esses aspectos poderiam ser discutidos ao longo do processo faria com que a discussão sobre NC se constituísse em uma parte importante no plano, pois inicialmente o grupo havia pensado apenas em fazer um fechamento no final da atividade. Finalmente, as discussões favoreceram ao grupo considerar as concepções prévias e as dificuldades que os estudantes poderiam ter, o que poderia facilitar o entendimento deles.

É importante ressaltar a preocupação de Ana em conseguir conduzir as atividades em sala de aula. Isto mostra o interesse dela em tentar buscar condições que favorecessem o entendimento e a participação dos estudantes, fato que não aconteceu inicialmente no primeiro semestre.

Semana 14

No encontro, o grupo se reuniu com as coordenadoras para discutir sobre as modificações que deveriam ser feitas no plano de aula que ainda não havia sofrido as reformulações sugeridas na reunião anterior.

Inicialmente, as coordenadoras explicaram que o material referente às atividades de modelagem que havia sido entregue a eles já continha todos os pré-requisitos necessários e os objetivos de aprendizagem sobre ligações iônicas. O que o grupo deveria acrescentar – e não o tinha feito ainda – era a explicitação dos aspectos de NC que os alunos poderiam aprender ao participar das atividades. Em relação a isto, Ana apresentou uma ideia: *A gente tinha pensado em pegar aquelas concepções sobre interação e afinidade e colocar no material do professor como possíveis concepções que podem surgir quando os alunos forem fazer os modelos.*

Uma das coordenadoras explicou que seria necessário deixar mais claro porque seria necessário fazer o paralelo entre as ideias históricas e as ideias dos alunos e como isto poderia ser feito. Além disso, seria importante explorar também as questões de NC mais específicas como, por exemplo, a concepção de modelo na ciência e o papel de evidências na ciência. Ambos aspectos poderiam ser facilmente discutidos a partir das atividades de modelagem. Aqueles eram aspectos que não estavam claros no plano de aula naquele momento. Finalmente, ela enfatizou que o ensino de NC teria que ser explícito. Logo, o grupo deveria adicionar, no planejamento da execução de cada atividade, cada aspecto sobre NC que seria possível discutir. Para identificar tais aspectos, eles poderiam utilizar a Science Eye. Por exemplo, a atividade de socialização dos modelos propiciaria discutir a ideia da existência da comunidade científica e a importância da discussão entre pares. Na tentativa de que suas intervenções fossem claramente entendidas, a coordenadora resumiu-as afirmando que, então, o grupo deveria tentar identificar todos os aspectos de NC que poderiam ser discutidos, os momentos em que isto poderia acontecer, e o tipo de questão que eles poderiam propor para que o aluno pensasse em tais aspectos. Isto porque quem estivesse conduzindo a aula não deveria só falar sobre os aspectos; o grupo poderia questionar os alunos visando ajudá-los a pensar sobre o processo, a entender os aspectos. E, ainda, o grupo deveria pensar se essas questões estariam no material do aluno, ou se seriam utilizadas no momento das discussões gerais. Ela aproveitou também para destacar a importância das discussões gerais, uma vez que elas propiciariam a socialização e/ou o aprofundamento de pontos importantes discutidos nos grupos.

O resto da reunião foi utilizado para discutir o tempo que seria dedicado a cada atividade em função do número de aulas disponibilizado pela professora supervisora para a aplicação das mesmas.

Durante a semana, Ana reavaliou as atividades, identificando quais aspectos de NC poderiam ser explorados no processo que os alunos vivenciarão. Isto foi registrado em seu portfólio:

Um dos aspectos é o fato de os cientistas necessitarem de criatividade e imaginação para a elaboração de modelos e analogias. Além disso, outro aspecto de grande importância a ser enfatizado, é a subjetividade na ciência. Neste sentido, sabe-se que as convicções e crenças pessoais dos cientistas influenciam grandemente no modo como eles interpretam os dados e, ainda, podem existir diferentes interpretações para um mesmo conjunto de dados. Isto se relaciona intimamente ao processo de modelagem vivenciado pelos alunos, uma vez que se espera que diferentes modelos surjam a partir dos mesmos dados.

Outro aspecto a ser enfatizado é a ciência como sendo uma prática social. Este último também se relaciona fortemente ao processo vivenciado pelos alunos, se pensarmos nas discussões entre pares. Nesse sentido, cabe ressaltar que esta é uma prática científica importantíssima para validar, divulgar, obter financiamento, reconhecer a qualidade de trabalhos científicos e, naturalmente, para a evolução do conhecimento científico. (Portfólio, planejamento)

Ao final, percebemos que todas as sugestões das coordenadoras foram de encontro ao que havia sido dito na reunião anterior. As orientações de selecionar os aspectos específicos sobre NC e de utilizar exemplos de elementos de NC inerentes à modelagem e à argumentação poderiam propiciar ao grupo perceber como as atividades deveriam ser reformuladas.

Além disso, as coordenadoras pontuaram aspectos estruturais do planejamento, tais como a forma e os momentos em que seriam discutidos os elementos sobre NC, aspectos que já haviam se mostrado problemáticos também nos planejamentos anteriores. Por isso, acreditamos que essas orientações podem ter favorecido o desenvolvimento de estratégias instrucionais para o ensino explícito de NC.

Semana 15

Neste encontro, o grupo continuou a reformulação das atividades e Ana apresentou as orientações que ela incluiu no plano de aula para discutir NC. Ao apresentá-los para o grupo, ocorreu o seguinte diálogo:

Ana: *Nas questões 6 e 7 da atividade 1, parte A, diz: se você acha que o óxido de magnésio é mais estável que o magnésio, cite uma evidência experimental que comprove a sua afirmativa. Aí não sei que possíveis questões poderiam ser feitas. É porque eu coloquei assim de forma breve: Neste momento da aula, o professor pode questionar de forma breve aos alunos sobre o que eles imaginam que seja evidência. O professor deverá explicitar o conceito de evidência – como sendo dados que podem ser utilizados para suportar uma afirmação – para auxiliar na resolução da questão.*

Aline: *Aí você tá querendo ver que tipo de questões a gente pode colocar aqui para o professor perguntar?*

Ana: *É, ou se do jeito que tá aqui tá bom. Porque na questão 8 ele volta na questão da argumentação de novo, que é aquele que tem os quadrinhos. (O grupo concordou com o que ela estava propondo e ela deu prosseguimento.) Aí para a 8 eu tinha colocado assim: Neste momento, pode-se discutir com os alunos características de ciência relativas à argumentação. No caso da questão 8, a organização das ideias de modo a utilizar evidências e justificativas para suportar uma conclusão é algo intrínseco às práticas científicas. Eu não sei se nesse caso a gente faz algum tipo de questionamento ou se a gente só discute que a utilização de evidência e justificativa é importante para conferir confiabilidade para o trabalho científico.*

Aline: *Eu acho que pode deixar isso aí que você falou.*

Ana: *Eu vou colocar assim, que o professor deve lembrar que esse aspecto da ciência é importante para dar confiabilidade ao trabalho científico, alguma coisa assim. (vídeo dos encontros, semana 15)*

Os membros do grupo acharam que era melhor deixar em forma de discussão. Assim, Ana acrescentou nas orientações o seguinte trecho: *Inclusive, a utilização de evidências e justificativas é importante para conferir confiabilidade aos trabalhos científicos.* O diálogo prosseguiu:

Aline: *Para reforçar né, pode colocar.*

Ana: *Aí a parte A acabou, a parte B é aquela da garrafa.*

Aline: *Aí na questão 3 da atividade 1, você colocou aqui: Caso haja discordância entre os alunos do grupo em relação à conclusão do sistema formado, o professor deve sugerir a eles que discutam entre si os diferentes pontos de vista, explicitando as evidências e justificativas que suportem os mesmos. Nos momentos de discussão entre os alunos dos grupos, o professor pode salientar a característica de ciência relacionada à discussão entre pares, frequente na comunidade científica. Essa discussão é importante para validação, avaliação, comunicação, produção e revisão de trabalhos científicos.*

Ana: *Sim, isso porque tinha uma questão que falava assim: caso existam pontos de vista diferentes no seu grupo anote... era alguma coisa assim. Aí ao invés de deixar isso como uma questão eu tirei para ganhar tempo e coloquei só para o*

professor falar no meio da discussão, que se tivesse pontos de vista diferentes dentro do grupo, que era para eles discutirem entre si.

Aline: Ficou bem melhor, acho que pode deixar assim.

Ana: *Sabe o que a gente pode colocar, nessa que a gente fala para discutir entre eles (questão anterior)? A gente pode falar da discussão entre pares que tem na comunidade científica.*

Aline: Você está falando da questão 2?

Ana: *Não eu tô falando quando a gente coloca caso haja discordância..., na questão anterior. Aí eu tô falando para a gente colocar nesse momento.*

Aline: Alguma coisa para eles discutirem nesse momento, né?

Ana: *Isso. Para a gente reforçar que isso é uma coisa que acontece na comunidade científica.*

Aline: Eu acho interessante, porque talvez não dá para falar do trabalho colaborativo, mas pelo menos a gente fala da comunidade científica que aí eles já ficam sabendo. Pode colocar então.

Ana: *Na atividade 2, a gente não tinha colocado nada sobre natureza da ciência para discutir, mas só que igual a coordenadora tinha falado pra gente, não dá para colocar coisa forçada. Aí se não tiver relação com a questão, é melhor nem colocar. Essa atividade 2 é aquela da tabela que eles têm que olhar a energia de ionização e afinidade eletrônica para calcular a energia da ligação sabe. Aí tem uma parte que eles usam evidência, justificativa e conclusão, mas a discussão em torno dessa questão a gente já fez nas atividades anteriores, e a questão aqui é que eu não sei se encaixaria alguma outra coisa de natureza da ciência que esteja relacionado com o que eles estão fazendo.*

Aline: Acho que pode deixar assim do jeito que você falou.

Ana: *Então vamos passar para a atividade 3. Na questão 2 eu coloquei assim: Para a realização da questão, o professor pode retomar com os alunos (antes de resolver a questão) as características de modelos em ciência. Neste momento, o professor deve explicitar o conceito de modelo como sendo uma representação parcial e limitada de um fenômeno, um processo, uma ideia etc.. Além disso, o professor pode salientar o processo de produção de modelos como uma prática comum entre cientistas, que é de grande importância para o desenvolvimento do conhecimento científico. Outra característica de NC que pode ser ressaltada nesta atividade é o fato de cientistas precisarem de criatividade e imaginação para elaborar seus modelos.*

Aline: Tá ótimo, porque falou do processo de produção dos modelos, do que os cientistas precisam para poder criar um modelo, eu acho que tá bem legal de coisa para discutir.

Ana: *Aí depois disso, vem a parte das concepções históricas que havia sobre as ligações.*

Aline: Isso é para o professor discutir né?

Ana: *É só para o caso do professor perceber que tem algum aluno com essas concepções que ele viu aqui. Aí ele pode discutir com os alunos que alguns cientistas já tiveram essas concepções e tal. E para fazer o que a gente falou: para discutir não só os aspectos de natureza da ciência, mas também para eles não pensarem que as ideias deles são malucas.*

Na atividade eu coloquei assim: “Durante o processo de socialização dos modelos, um aspecto importante a ser destacado é a evolução dos mesmos ao longo do processo de modelagem. Esta evolução ocorre na medida em que os modelos vão sendo reformulados para adquirirem maior poder de explicação e maior generalidade. O professor pode discutir com os alunos que, assim como eles, os cientistas vivenciam este processo de elaboração e readequação de modelos”. O que vocês acham?

Aline: Tá bom do jeito que você colocou.

Ana: *Na atividade 5 eu não tinha colocado nada ainda, mas eu acho que a gente poderia reforçar de novo o teste dos modelos, que isso é importante para verificar o poder de explicação.*

Aline: Reforçar né, porque eles vão ter que testar o modelo que eles produziram. Acho que pode colocar isso. Pensando bem, eles vão ter que testar o modelo, então a gente não tem que reforçar, tem é que falar das novas evidências que ele utiliza para produzir o modelo.

Ana: *De natureza da ciência, a gente coloca isso do teste dos modelos?*

Aline: Acho que se for colocar alguma coisa de natureza da ciência, eu só consigo ver as evidências que ele vai utilizar. Aí o professor pode ressaltar que ele precisou de novas evidências para fazer o modelo, ou que ele utilizou outras evidências para manter o modelo, alguma coisa assim.

Ana: *Então a gente pode colocar alguma coisa assim: Nesta atividade, o professor pode discutir com os alunos a subjetividade na ciência, isto é, o fato de os cientistas interpretarem os mesmos dados de maneiras diferentes. Este aspecto se assemelha ao processo vivenciado por eles, que produziram modelos diferentes a partir dos mesmos dados. Mais uma vez, é possível verificar a importância da criatividade e imaginação dos cientistas para elaborar modelos e explicações a partir de dados. Além disso, vale lembrar que testar os modelos por eles produzidos nesta atividade é uma prática comum na comunidade científica. Ela é essencial uma vez que possibilita a averiguação da consistência, coerência, poder de explicação e generalidade dos modelos. O que vocês acham?*

Aline: Acho que ficou bom. (vídeo dos encontros, semana 15)

Após este momento, o grupo encerrou a discussão sobre NC e passou a analisar os materiais que eles iriam precisar para a atividade.

A análise do diálogo anterior mostra que os aspectos de NC e as orientações foram feitas por Ana, diferentemente do que havia acontecido no planejamento inicial. Percebemos que o resto do grupo não fez nenhuma consideração sobre o assunto e apenas concordou com ela. A

partir de suas falas, fica claro que ela conseguia definir quais eram os aspectos de NC, o momento, e a maneira como eles poderiam ser discutidos. Parece que as orientações da coordenadora foram levadas em consideração e influenciaram diretamente as propostas feitas por Ana.

Semana 16

Neste encontro, o grupo do qual Ana fazia parte apresentou o plano de aula após as modificações para os demais colegas participantes do projeto. O grupo iniciou a apresentação do plano de aula com uma introdução sobre o ensino de ligações iônicas e a sua importância, bem como sobre os aspectos sobre ciência que seriam discutidos ao longo das atividades. Ana foi a principal porta-voz do grupo.

Em relação à filosofia, a gente pensou que as duas principais características de ciência que poderiam ser trabalhadas são a argumentação e a modelagem. Até porque essas questões são muito fortes nas atividades que serão trabalhadas. Por exemplo, em relação à argumentação, os meninos vão ter que utilizar evidências e justificativas para respaldar as respostas deles. Então essa seria uma das coisas que a gente poderia associar a uma prática científica. Em relação à modelagem também, principalmente porque eles irão produzir modelos. Então essa seria uma outra característica que a gente identificou para ser trabalhada dentro da filosofia. (vídeo dos encontros, semana 16)

Os outros aspectos (sociologia, história e psicologia) foram explicados rapidamente por Aline, uma vez que isso seria discutido melhor nas atividades. Dando prosseguimento à apresentação, Ana explicou o que seria trabalhado para parte A da atividade 1 e expôs o que seria discutido sobre NC em relação ao papel de evidências e justificativas na ciência.

Na verdade, o que a gente pensou em discutir aqui seria perguntar para os alunos se eles entendem essa diferença ou se eles sabem o que é evidência e justificativa. A partir disso, a gente vai discutir com eles o significado de evidências como sendo dados que você pode utilizar para dar respaldo à sua proposição, e o significado de justificativa, que é justamente a explicação que você tá querendo propor. Aí a gente pensou em discutir com eles que isso é muito importante na ciência, justamente por que isso serve para dar confiabilidade a um trabalho científico por exemplo. Assim, é como se você tivesse um respaldo maior para as coisas que você está propondo no seu trabalho, e para dizer que você não tirou aquilo do nada, que você racionalizou sobre aquilo e que existe um fundamento. (vídeo dos encontros, semana 16)

Uma das coordenadoras sugeriu que o grupo poderia discutir sobre o motivo de ideias que são aceitas na atualidade serem mais convincentes em relação ao que se pensava antes e, a partir daí, discutir a importância das evidências na ciência. Ela também enfatizou que outro

problema é que os alunos têm muita dificuldade em distinguir evidência de justificativa e pensar na conclusão. Por isso, o grupo deveria explicitar esses conceitos para os alunos no momento da atividade, ao que Ana respondeu: *Sim, mas essa questão da evidência e justificativa, a gente pensou em falar antes dos meninos responderem essa questão, para justamente estar auxiliando eles a responderem.*

A coordenadora sugeriu então fazer essa discussão nos grupos e retomar depois novamente na discussão geral, pois se essa discussão não fosse feita em grupo, os alunos teriam muita dificuldade em fazer a atividade. Além disso, seria bom trazer exemplos do cotidiano para facilitar o entendimento dos estudantes.

Na sequência, Ana explicou o que e como o grupo pretendia trabalhar sobre NC na parte B da atividade.

Tinha uma questão no material do aluno que falava que se os alunos tivessem discordância entre os membros do grupo em relação à evidência e à justificativa que eles vão propor, que eles anotassem na atividade. Aí a gente teve a ideia de tirar essa questão para poupar um pouco de tempo, e pedir para o professor ir nos grupos solicitar, caso haja pontos de vista diferentes no grupo, que eles discutam entre si. E aí, justamente na discussão que acontecesse entre eles, que a gente relacionaria isso com a discussão entre pares na ciência, pois isso é importante para a comunicação e validação de trabalho, e destacaria isso como uma prática científica. (vídeo dos encontros, semana 16)

Considerando que a discussão entre pares na ciência foi um dos aspectos discutidos nas atividades do primeiro semestre sobre modelos atômicos, a coordenadora sugeriu que o grupo poderia retomar o que havia sido feito anteriormente. Isto seria uma forma de reforçar o aspecto trabalhado e de não desconsiderar o que já havia sido discutido antes. Ana respondeu:

Na atividade 3, para discutir NC, a gente tinha pensado nos aspectos históricos relacionados a modelos históricos que já existiram, em relação a concepções – não sobre ligações químicas, mas sobre os tipos de interações que existiam entre os átomos. Aí a forma de inserir isso que a gente tinha pensado, caso essas concepções surjam nos modelos que os alunos fizerem, seria discutir para relacionar o que os alunos pensam com o que os cientistas já pensaram anteriormente. E isso seria não só uma forma de inserir aspectos históricos em sala, mas também seria uma forma de mostrar para eles que as ideias que eles estão pensando, os cientistas também já pensaram coisas semelhantes. (vídeo dos encontros, semana 16)

Os integrantes do grupo haviam selecionado algumas concepções que eles imaginaram que poderiam surgir entre os alunos como, por exemplo, as relacionadas à coesão entre partículas, a forças de atração e repulsão entre partículas, ao formato das partículas e à forma

como são organizadas. Assim, se os alunos apresentassem essas concepções, o grupo discutiria essa parte histórica. Contudo, as coordenadoras questionaram (i) o que aconteceria caso os alunos não pensassem nada parecido com o que eles esperavam e (ii) como eles discutiriam isso na aula, pois tal discussão não poderia surgir de forma aleatória. O grupo explicou que, caso as concepções fossem expressas pelos alunos, a ideia era fazer um paralelo entre esses pensamentos. Entretanto, eles reconheceram que não saberiam o que fazer caso os alunos expressassem ideias diferentes. A coordenadora aconselhou que eles poderiam questionar os alunos sobre o que se pensava anteriormente sobre o assunto, e apresentar a evolução desses pensamentos, discutindo que isso acontece de acordo com o conhecimento disponível no momento. Como exemplo, eles poderiam retomar a proposta do modelo de Dalton e o seu desconhecimento de cargas naquele momento, e depois a evolução dos modelos justamente a partir do conhecimento desse aspecto. Ana prosseguiu:

Outro aspecto que a gente pensou também foi na socialização de ideias, porque após a construção de modelos eles vão ter que socializar com a turma toda os modelos que eles produziram e tentar defender a ideia deles. Então, nesse sentido, a gente pensou justamente nessa questão da discussão entre pares, nesse processo de discutir para refutar, para validar uma determinada ideia que é importante para a avaliação de trabalhos científicos e também para a evolução do conhecimento de maneira geral. E também a questão de criatividade e imaginação, e relacionar o que eles fizeram em relação a propor os modelos, que eles tiveram que abstrair e criar alguma coisa para propor uma explicação, e que isso é semelhante à prática dos cientistas de propor modelos e analogias para tentar explicar e que eles também utilizam de criatividade e imaginação como eles tiveram que utilizar no processo vivenciado por eles. (vídeo dos encontros, semana 16)

Ana também explicou o que o grupo pretendia discutir sobre NC na atividade 4:

Aqui o que a gente tinha pensado em relacionar é justamente quando eles forem tentar apresentar os modelos deles e os argumentos de porquê os modelos deles são capazes de explicar e relacionar isso com a prática científica. Isso também ocorre na ciência, no sentido de que o cientista tem que defender seus modelos baseado em argumentos e evidências para tornar esse modelo válido.

E em relação a essa questão da evolução dos modelos, a gente pensou que caso um grupo faça alguma modificação com o objetivo de aumentar o grau de explicação dos modelos, a gente poderia discutir também que o conhecimento científico evolui em relação aos modelos. Por exemplo, você pode estar sempre aprimorando o modelo com o objetivo dele ter maior generalidade e maior poder de explicação. (vídeo dos encontros, semana 16)

Para a atividade 5, Ana explicou que o grupo pretendia discutir as concepções sobre criatividade e imaginação, subjetividade na ciência e o teste dos modelos para averiguar a generalidade e o poder de explicação:

Aí essa questão da subjetividade na ciência é aquilo que a gente tinha falado que ia abordar, pois a partir dos mesmos dados as pessoas podem criar modelos diferentes e interpretar esses dados de maneira diferente, e que as crenças pessoais dos cientistas influenciam no modo como eles interpretam esses dados. E o teste dos modelos é que a gente tinha falado, para averiguar a generalidade e o poder de explicação, porque nesse momento eles vão chegar à conclusão de que o modelo de NaCl partícula não explica a evidência experimental da energia liberada. E daí a gente poderia discutir a evolução dos modelos depois dessa atividade. (vídeo dos encontros, semana 16)

Uma das coordenadoras sugeriu que, ao finalizar as atividades, seria interessante fazer um fechamento e retomar as ideias discutidas sobre NC para verificar o entendimento dos alunos. A partir daí, o grupo poderia retomar algumas ideias que os alunos apresentaram nas atividades e no questionário das sondagens prévias sobre as concepções sobre ciência e verificar se as discussões foram válidas.

Nessa reunião, percebemos que Ana apresentou o planejamento das atividades e os aspectos de NC que seriam discutidos. Durante a apresentação, as coordenadoras deram sugestões importantes que poderiam favorecer a condução das atividades e as discussões. Pela apresentação, ficou nítido que o grupo planejou as atividades considerando o que poderia ser discutido e de forma organizada, mas que o fechamento das atividades não havia sido considerado.

Após a apresentação, o grupo acrescentou ao planejamento anterior as modificações sugeridas, finalizando o planejamento. A análise deste plano evidencia que, a partir do auxílio das coordenadoras e das ideias de Ana, o grupo conseguiu planejar as aulas de acordo com os objetivos que haviam sido definidos antes. Apesar das orientações de discussões dos aspectos de NC terem sido introduzidas de forma clara no plano, faltou inserir algum comentário sobre alguma forma de avaliação do entendimento dos NC dos estudantes.

Aplicação da atividade

Neste item, apresentamos detalhadamente as aulas que foram ministradas e transcrevemos todas as discussões que aconteceram sobre NC em sala de aula. Ressaltamos que

todas as discussões sobre NC foram feitas por Ana. Na tabela 4.1, apresentamos quais atividades foram realizadas em cada aula e em quais ocorreram discussões sobre NC.

Aula	Discussão	Aspecto de NC
1	Início da atividade 1 (Queima da fita de magnésio).	
2	Resolução das questões da atividade 1, parte A e início da correção e discussão da atividade.	
3	Finalização da correção e discussão das questões da atividade e início da parte B da atividade 1, na qual foi apresentado para os alunos, através de vídeo, o experimento de garrafa mágica.	Métodos e práticas científicas utilizados na ciência.
4	Resolução das questões da atividade 1, parte B e discussão da atividade.	
5	Explicação e realização da atividade 2.	
6	Realização e correção da atividade 2.	
7	Realização da atividade 3 (construção dos modelos).	
8	Realização da atividade 3 (socialização dos modelos) e explicação da atividade 4.	Produção e interpretação de modelos na ciência.
9	Realização da atividade 4 (teste dos modelos)	
10	Realização da atividade 4 (teste dos modelos)	
11	Discussão da atividade 4 (socialização dos modelos)	Métodos e práticas científicas utilizados na ciência.
12	Fechamento da atividade	Importância de criatividade e imaginação na produção do conhecimento científico. Confiabilidade da pesquisa.

Tabela 4.1. Caracterização geral das aulas conduzidas por Ana.

Aula 3

Nesta aula, Ana finalizou a discussão das questões da atividade 1, parte A, que ela havia iniciado na aula anterior e, em seguida, discutiu sobre NC a partir das atividades das quais os alunos participaram, como apresentado a seguir:

Ana: *O que eu queria discutir com vocês gente, é que o processo que vocês fizeram nessa atividade e que vocês vão fazer ao longo de todas as atividades, são processos muito similares aos que os cientistas fazem. Isso que vocês fizeram de recolher evidências experimentais e justificativas para chegar a uma conclusão é uma característica muito importante da ciência, porque os cientistas não chegam a conclusões a partir de coisas aleatórias. Eles precisam de evidências experimentais para suportar alguma conclusão que eles cheguem, e de justificativa também.*

Uma coisa que a gente viu, por exemplo, não sei se vocês lembram das aulas de modelos atômicos que a gente teve no semestre passado. Aí alguém lembra por exemplo do modelo atômico de Rutherford?

(Alunos ficam em silêncio)

Ana: *Nada do modelo de Rutherford? Do modelo atômico de Rutherford que vocês viram no período passado? Pode olhar no caderno.*

Aluno 1: *Rutherford seria aquele que tem o núcleo com prótons e elétrons e que fica rodando em volta?*

Ana: *Isso, mais ou menos isso, pois de acordo com o modelo de Rutherford, igual ao que o Aluno 1 falou, a gente teria um núcleo maciço com cargas positivas e em volta desse núcleo a gente teria as cargas negativas (desenha o modelo no quadro).*

Só que o Rutherford não chegou a esse modelo atômico partindo do nada. Ele teve evidências experimentais que comprovavam esse modelo dele que foi aquele experimento que a gente até discutiu das partículas alfa. Que a gente falou que quando você emitia partículas alfa numa lâmina de ouro algumas voltavam, e outras atravessavam, vocês lembram?

Então isso é uma evidência por exemplo de que o átomo tinha o núcleo maciço carregado positivamente e que ao redor dele haveriam cargas negativas. Então, tudo que a gente faz na ciência a gente precisa de um bom argumento para poder suportar aquilo que a gente tá falando e aí a gente usa evidências e justificativas. Tudo bem?

(Os alunos concordam)

Então agora a gente vai passar para a parte B da atividade. (vídeo das aulas, aula 3)

Nesse caso, para discutir sobre o papel de evidências e justificativas na ciência, ela utilizou o experimento das partículas alfa. Após a aula, ela nos informou que quis usar uma experiência conhecida para facilitar a compreensão das características, bem como o reconhecimento da presença delas na ciência. Isto confirma que Ana considerou aspectos discutidos anteriormente para favorecer o entendimento dos estudantes.

Após finalizar a discussão da atividade, Aline, que aplicou as atividades junto com Ana, começou a explicar a parte B da mesma, que consistia em expor o experimento da garrafa

mágica e, a partir das evidências do mesmo, os alunos responderiam as questões propostas. Entretanto, antes da aula, o grupo não conseguiu preparar o experimento e ficou decidido que ele seria apresentado através de vídeo. Então, o grupo decidiu discutir sobre NC a partir do problema que aconteceu, como é apresentado a seguir:

Aline: A gente ia fazer o experimento da garrafa mágica só que aparentemente a gente não conseguiu que desse certo. Então a gente vai passar um vídeo. Mas, antes de nós irmos para a sala de computação, eu queria saber, pegando esse restinho da discussão da Ana, se vocês acham que sempre que o cientista vai para o laboratório, ele vai estudar, fazer alguma pesquisa, se sempre que ele faz um experimento ele vai dar certo de primeira... O que vocês acham? Baseado em tudo que a gente viu aqui, nos modelos atômicos que a gente apresentou para vocês também, o que vocês acham?

Aluno 2: Que nem o que vocês fizeram aí. Vocês não conseguiram de primeira. Então vocês teriam que tentar bastante vezes até conseguir porque eu acho que você teria que persistir no que você estava fazendo para conseguir chegar no resultado que você quer.

Aline: Isso. Isso também é uma prática científica. Nem sempre quando o cientista vai fazer o experimento, ele consegue obter o resultado de primeira. Tanto que a gente vai ter que mostrar o vídeo para vocês. Esse experimento é o da garrafa mágica. Era para começar incolor e quando a gente agitasse ela ia ficar azul, só que não deu certo, então a gente vai lá na sala de vídeo para vocês verem o que acontece. (vídeo das aulas, aula 3)

Após a discussão conduzida por Aline, Antônio tentou justificar que o experimento, na verdade, não se comportou da forma esperada.

Nesse momento, percebemos sua dificuldade, talvez até de entendimento sobre NC, pois a licencianda deixou transparecer para os alunos a produção científica quase como uma tentativa e erro. Durante a discussão, Ana estava presente mas não se manifestou no momento. Assim, após a aula ela foi questionada sobre isso e sobre a discussão sobre NC que ela conduziu.

Pesquisadora: Porque você decidiu discutir sobre ciência utilizando o exemplo do modelo de Rutherford?

Ana: *Eu tinha explicado o modelo de Rutherford para eles. Então a minha intenção era explicar evidência e justificativa dando o exemplo do experimento que o Rutherford fez para chegar à conclusão de que o núcleo era maciço, carregado positivamente e que a eletrosfera ficava em volta do núcleo, pensando que eles já tinham visto isso e para que eles pensassem justamente nessa característica da ciência: que você precisa de evidências e justificativas para chegar a uma conclusão. Eu acho que eles conseguiram perceber que o que eles estavam fazendo era um processo científico.*

Pesquisadora: *E porque vocês decidiram discutir sobre o problema da garrafa mágica?*

Ana: *A gente pensou, na verdade a Aline pensou depois do problema do experimento aí ela falou: eu vou aproveitar e discutir a questão de que imprevistos acontecem e que muitas vezes os cientistas podem ter resultados que não são de acordo com o que eles esperam. E que foi o que aconteceu com a gente, a gente esperava que a garrafa fosse funcionar.*

Pesquisadora: *Você acha que a forma que ela explicou foi válida?*

Ana: *A Aline ter falado dar certo ou tentar de novo não era exatamente a palavra, né? Porque, na verdade, como o experimento é um fenômeno natural, não tem como você falar que ele deu errado. Seria justamente que não foi de acordo com o que a gente esperava, com as nossas expectativas.*

Pesquisadora: *Analisando agora, você acha que os alunos entenderam o que você discutiu?*

Ana: *Eu acho que eles estão entendendo, apesar de achar que é muito difícil a questão que eu já tinha falado de fazer as perguntas corretas para favorecer a discussão e o entendimento dos alunos.*

Pesquisadora: *Pensando nas aulas do primeiro semestre e nessas aulas agora, eu percebi que você está mais segura e tem conseguindo conduzir bem as aulas e as discussões. Você tem percebido isso, que houve uma evolução durante esse tempo?*

Ana: *Eu acho, mas eu acredito que tem relação com a familiaridade com o conteúdo ou com a preparação que eu estou fazendo antes de aplicar a atividade, que é o que está ajudando um pouco. (vídeo das aulas, aula 3)*

Esta última fala indica que, devido aos problemas nas atividades do primeiro semestre, Ana estava se preparando melhor, o que estava resultando em ela se sentir mais segura para conduzir a atividade.

Em seu portfólio, Ana relatou sobre suas impressões sobre as aulas iniciais.

Pessoalmente, a maior dificuldade que tive durante a aplicação das primeiras atividades foi no momento de discussão das perguntas quando, várias vezes, foi necessário formular perguntas que conduziram à discussão sobre o conteúdo, de modo a levar os alunos a expressar suas ideias e ao mesmo tempo, chegarem ao conhecimento científico. Minha dificuldade foi justamente a de formular essas questões no momento da aula. Contudo, a leitura de materiais possibilitou ter alguma noção de quais perguntas fazer e quais seriam as possíveis respostas dos alunos.

Durante a parte B da atividade, foi interessante a discussão gerada em torno do processo envolvido no experimento da garrafa mágica. Um aluno se posicionou de maneira contrária aos demais, dizendo que o aparecimento e desaparecimento da cor azul na solução era um indício de que este processo era reversível e, portanto, físico. A forma utilizada para refutar a ideia do aluno foi questioná-lo sobre como ele achava que aquele sistema estaria quando a solução estava incolor e quando ficava azul, caso ele pudesse analisar a

composição do sistema. Neste sentido, a composição antes/depois do aparecimento da cor azul era diferente, o que indicava a formação de novas substâncias, ou seja, de uma reação química. Contudo, ainda que reações químicas sejam processos químicos, elas também podem ser reversíveis. (Portfólio, aplicação)

Aula 8

Para iniciar esta aula, Ana questionou e explicou aos alunos o que significava modelos em ciência. Em seguida, ela explicou o que seria feito na atividade:

Os modelos são muito importantes na ciência porque eles contribuem para o desenvolvimento do conhecimento. E aí, o que vocês vão fazer hoje? Vocês vão fazer um trabalho de cientistas. Todos os grupos vão ter que vir aqui na frente e vão ter que defender o modelo de vocês e falar porque ele é o correto. Vocês vão ter que explicar todos os aspectos do modelo de vocês, que vocês propuseram.

Depois da aula, Ana nos explicou que o uso da expressão “trabalho de cientistas” teve como objetivo tentar mostrar que o que os alunos estavam vivenciando fazia parte de uma prática científica. Para ela, isto favoreceria discussões futuras sobre NC.

Dando prosseguimento à aula, os alunos apresentaram os modelos produzidos por cada grupo e Ana conduziu as discussões sobre NC a partir das características presentes nos modelos dos alunos, como mostrado no trecho a seguir:

Ana: Vocês representaram aí, eu vi que muita gente representou por exemplo atração entre cargas diferentes. Os meninos aqui fizeram, o grupo do Aluno 1 também fez e as meninas lá também fizeram atração entre cargas opostas. Vocês acham que os cientistas sempre pensaram assim sobre as moléculas, sobre os átomos?

(Alunos ficam em silêncio)

Ana: Sim? Não?

Aluno 1: Repete a pergunta aí.

Ana: Eu tô falando que a maioria de vocês representou o cloreto de sódio como tendo atração entre cargas opostas. Vocês acham que os cientistas sempre pensaram assim sobre as substâncias?

(Alunos ficam em silêncio)

Ana: O que você acha Aluno 3?

Aluno 3: Acho que não.

Ana: Por que você acha que não?

Aluno 3: Por que não ué... (risos)

Aluno 1: Eu também acho que não, porque para eles descobrirem, eles tiveram que ter vários estudos até conseguir achar a concreta, a certeza e que no caso seria essa a atração entre cargas opostas.

Ana: *Entendi. Vocês acham que eles pensavam muito diferente do que a gente pensa hoje?*

Alguns alunos: Sim.

Aluno 1: Pensavam, porque eles não tinham tantos fatos e experimentos que comprovavam isso.

Ana: *Entendi.*

Ana: Aluno 4, o que você acha?

Aluno 4: Eu acho o quê?

Ana: *Sobre o que a gente tá falando.*

Aluno 4: O que eu acho do modelo dele?

Ana: *Não, é que a gente tá falando aqui que a maioria dos meninos representaram o modelo deles contendo cargas opostas. Aí eu tô perguntando se vocês acham que os cientistas sempre pensaram assim, e o Aluno 1 falou que ele acha que não porque antes não tinha tantos recursos para poder saber como era a relação entre as substâncias, como eram os átomos. Não foi isso que você falou Aluno 1? (Aluno 1 concorda)*

Ana: *E você, o que que você acha?*

Aluno 4: Acho que não também.

Ana: *Por quê?*

Aluno 4: Ah porque, sei lá... eles tiveram que estudar. No começo eles não tinham tanto recurso assim para ver as moléculas. Aí cada um pensava de um jeito, pode ser que uns sim e outros não.

Ana: *E você acha que dá para ver moléculas?*

Aluno 4: Não, só se for muito grande. (risos)

Ana: *Gente, olha só, o Aluno 4 falou uma coisa interessante aqui. Ele falou que não dá para você ver moléculas a não ser que elas sejam muito grandes. O que vocês acham disso, vocês concordam com ele?*

(Alunos ficam em silêncio)

Ana: *Vocês acham que tem como ver uma molécula?*

Aluno 5: Com um microscópio sim.

Aluno 1: Ah uma só não, mas várias juntas sim.

Ana: *Ele (Aluno 5) falou do microscópio, vocês acham que dá para ver pelo microscópio?*

(Alguns alunos concordam que sim)

Ana: *O Aluno 1 acha que muitas juntas dá para ver pelo microscópio. Alguém acha também que é muitas juntas ou se uma só dá para ver?*

Aluno 1: Ah eu acho que dá para ver as duas.

Ana: *Vocês acham que dá para ver um átomo no microscópio?*

(Alunos ficam em silêncio)

Aluno 4: Eu tô meio dividido.

Ana: *O que você acha Aluno 4?*

Aluno 4: Se dá para ver? Ah deve dar, um bem avançado deve dar.

Ana: *Então gente, isso aqui que vocês estão falando é uma coisa muito interessante porque várias pessoas pensam o mesmo: que dá para ver um átomo no microscópio. Por exemplo, os cientistas costumam ver células e microrganismos muito pequenos no microscópio. Só que para átomos e moléculas isso é um pouco diferente. Porque átomos e moléculas na verdade não chegam a ser microscópicos; eles são submicroscópicos porque eles não são possíveis de ver nem com o microscópio.*

É porque, na verdade, os átomos e as moléculas eles são uma construção humana, ninguém nunca chegou a ver um átomo no microscópio ou uma molécula. A gente tem evidências de que eles existem. Igual quando a gente estudou no período passado sobre os modelos atômicos: os cientistas fizeram vários experimentos e conseguiram descobrir coisas sobre o comportamento do átomo. Mas só que a gente não consegue observar ele diretamente, a gente só consegue ter evidências de que eles existem. Por exemplo, vamos supor, o que seria uma evidência de que existe próton e elétron num átomo?

Aluno 1: A atração deles?

Ana: *E o que tem essa atração?*

Aluno 1: Que os elementos têm partículas positivas e negativas.

Ana: *Se você quisesse mostrar para os seus colegas por exemplo que existe carga positiva e negativa num átomo, como você faria por exemplo?*

Aluno 1: A energia elétrica seria uma delas, porque com a energia elétrica ocorrendo tem que ter um movimento de elétrons. Se não tivesse nenhum movimento de elétrons e fosse tudo só positivo ou neutro não funcionaria.

Ana: *Então essa seria uma evidência de que você tem carga negativa do átomo por exemplo. Então gente, isso que o Aluno 1 falou é legal por isso, porque a gente nunca viu uma carga negativa, mas a gente tem evidências de que ela existe. Vocês conseguem entender isso?*

Então os modelos são legais justamente por isso, porque a gente consegue propor o comportamento de algumas substâncias, de moléculas ou de átomos igual vocês fizeram.

Na próxima aula a gente vai fazer o teste dos modelos para a gente verificar o poder da explicação que cada um dos modelos que vocês fizeram tem. (vídeo das aulas, aula 8)

Em seu portfólio, Ana apresentou suas impressões sobre o desenvolvimento da aula:

Durante esta etapa da atividade, tive bastante dificuldade em conduzir esta discussão com os alunos sem lhes dar a resposta certa. Alguns grupos elaboraram modelos em que os íons sódio e cloreto se encontravam bem próximos (interagem fortemente entre si devido à atração entre cargas opostas), levando-os a pensar que a elevada temperatura de fusão se devia a esta forte atração. Contudo, outros grupos tiveram dificuldade para chegar a esta conclusão, apresentando modelos que não eram capazes de explicar o fenômeno em questão ou ainda, construíram o modelo de rede cristalina sem saber utilizar o mesmo para explicar o fenômeno. Para tentar ajudar os alunos com suas dificuldades nesta atividade, discuti em cada um dos grupos os modelos que eles elaboraram, bem como seu poder de explicação, limitações e abrangências. Atendendo a cada grupo individualmente, pude perceber que isso contribuiu para envolver grande parte da turma na atividade e que isso possibilitou uma maior compreensão da mesma. Em relação aos aspectos de natureza da ciência, nesta aula discutiu-se brevemente sobre a subjetividade em ciência, relacionando-a com o processo de construção de modelos vivenciado por eles em que cada grupo construiu modelos diferentes a partir dos mesmos dados. Além disso, fui questionando se eles achavam que era necessário um cientista ter criatividade e imaginação para construir modelos, por exemplo. Alguns alunos responderam afirmativamente, pensando no quão difícil foi para eles elaborar um modelo. Discutiu-se também sobre a importância de se realizar testes de modelos, com o objetivo de verificar a coerência e poder de explicação dos mesmos. As discussões de NC feitas nesta e em outras aulas não puderam se estender muito, devido ao curto tempo e à complexidade dos conteúdos que deveriam ser discutidos, o que tomava muito tempo. (Portfólio, aplicação)

Inicialmente, Ana conduziu as discussões a partir das sugestões que foram feitas pela coordenadora durante a reunião. Entretanto, as discussões tomaram outro rumo e ela conseguiu discutir as dúvidas dos alunos, além de novamente discutir sobre o papel das evidências. O diálogo apresentado mostra que ela tentou fazer com que a turma participasse das discussões, pois a todo momento ela questionava os alunos e tentava fazer com que discussões se desenvolvessem a partir das respostas dos alunos.

Aula 11

Nesta aula, Ana pediu que os alunos apresentassem para a turma os modelos após a reformulação que foi feita nas atividades anteriores. Em seguida, ela questionou os alunos sobre o que fez com que eles modificassem o modelo que foi construído anteriormente. Eles explicaram que foi a partir dos novos dados que foram apresentados. A partir da resposta, ela discutiu a importância de dados na ciência.

Ana: *Qual a importância que vocês acham que um dado experimental tem para a construção do conhecimento? Por que vocês acham que dados são importantes?*

Aluno 6: Tipo assim, teoria é uma coisa, você ter quase certeza que é, você conseguir chegar ao ponto que é mesmo você tem que ter uma certeza.

Ana: *Mas você acha que com o dado experimental dá para você ter certeza da sua teoria, por exemplo?*

Aluno 6: É, se deu certo o dado experimental, pode até ter alguma coisa que precisa ser melhorada mas a chance de estar certo é muito maior do que a teoria.

Ana: *Gente, isso que o aluno 6 falou é muito legal. Ele falou que os dados experimentais são muito importantes para ajudar você a construir o modelo. Igual ele falou, não tem como você ter 100% de certeza de que aquele modelo que você criou está correto, mas o dado experimental dá um respaldo, ele te dá um certo grau de certeza de que aquilo que você pensou está correto.*

Na ciência, eles fazem o mesmo trabalho que vocês fizeram aqui. Nenhum cientista vai para um laboratório, chega lá e explode alguma coisa e daí descobre uma coisa nova. Primeiro você tem que ter alguma noção sobre aquilo que você está estudando e daí você pode pensar, propor um modelo, igual ao que vocês fizeram. E justamente os dados experimentais é que vão reforçar ou que vão refutar o que vocês criaram. Vocês entenderam?

(Os alunos concordam.) (vídeo das aulas, aula 11)

Apesar da confusão que o Aluno 6 fez a princípio, Ana conseguiu conduzir as discussões. Após a aula, ela nos explicou que o destaque sobre o cientista no laboratório era para tentar desmistificar um pouco a visão errônea do cientista maluco, que muito alunos possuem.

Aula 12

Ana iniciou a aula discutindo as questões da última atividade e, em seguida, finalizou as atividades questionando os alunos sobre o processo vivenciado por eles e sobre o que foi necessário para que eles construíssem os modelos. A partir da resposta dos alunos, ela discutiu sobre NC, como apresentado no diálogo a seguir:

Ana: *Vocês acham que cientistas precisam de criatividade e imaginação?*

Aluno 1: Muito!!

Ana: *Por quê?*

Aluno 1: Por causa dos modelos.

Aluno 6: Por que você faz uma teoria, mas para você conseguir explicar é difícil. Assim tem que confiar na sua teoria também.

Ana: *Você acha que ele tem que confiar na teoria?*

Aluno 6: A maioria dos cientistas que fizeram alguma coisa, tinha algumas pessoas que falavam que estava errado, que não era daquele jeito. Então você tem que confiar muito no que você acredita por que muitas vezes tem um milhão de pessoas que acham o contrário.

Ana: *Você acha que tem que ter convicção daquilo que você está falando?*

Aluno 6: Sim.

Ana: *Vocês concordam com ele?*

Isso que ele falou está muito correto porque além de modelos, os cientistas também criam analogias, leis, teorias e eles precisam de criatividade e imaginação para poder fazer isso. Além disso, o que o Aluno 6 falou é legal porque às vezes a gente acha que as crenças pessoais e as convicções dos cientistas não podem interferir no trabalho deles, mas muitas vezes elas interferem sim. E muitas vezes aquilo que os cientistas acreditam pode interferir no modo como eles interpretam os dados. Por exemplo, vários de vocês criaram modelos diferentes nas primeiras aulas a partir dos mesmos dados. Então isso significa que o modo de vocês pensarem e suas crenças pessoais interferiram no modo como vocês analisaram esses dados. (vídeo das aulas, aula 12)

Novamente ela tentou fomentar a discussão entre os alunos. Entretanto, como o tempo era curto, ela não conseguiu aprofundar tais discussões. Considerando o envolvimento dos alunos, parece que mesmo discussões rápidas estavam sendo válidas. Além disso, o fato de Ana ter conhecimentos sobre o assunto parecia estar contribuindo para que ela conseguisse explicar o mesmo de forma clara.

Alguns aspectos sobre NC que estavam no planejamento, como o trabalho colaborativo e o consenso entre pares por exemplo, não foram discutidos por Ana. Acreditamos que isto aconteceu devido ao pouco tempo das aulas e ao fato de as discussões nas quais os alunos se envolveram não terem favorecido a abordagem desses aspectos.

As discussões sobre a parte histórica que estavam no planejamento não aconteceram como se pretendia, pois os modelos produzidos pelos alunos foram diferentes dos que estavam incluídos no planejamento. Nesse caso, Ana poderia ter seguido as orientações das coordenadoras e discutido os aspectos de NC a partir dos modelos históricos de outra maneira, mas isso não ocorreu.

Semana final (Troca de experiências)

Neste encontro, as coordenadoras solicitaram que os grupos relatassem as experiências vividas nas salas de aula do ensino médio. Mais uma vez, Ana foi a porta-voz de seu grupo e fez o relato com muita segurança do que falava.

Ana: *Então, no primeiro dia a gente fez o experimento da fita de magnésio e pedimos para eles começarem a responder as questões. Aí eles se organizaram em grupos e na primeira aula não deu para discutir nada porque eles só responderam as questões mesmo. Na segunda aula, eles terminaram de discutir as questões e a gente começou a fazer as discussões com eles, mas não deu tempo de discutir tudo. Como as questões de natureza da ciência eram as questões finais, não deu tempo e a gente decidiu discutir na próxima aula.*

O que deu para perceber é eles estão muito diferentes do que a gente viu no primeiro semestre em relação à participação. A gente achou que eles não iriam participar. E essa era a nossa maior dificuldade porque eles não eram muito interessados. Mas agora eles estavam muito participativos. E essa aula foi eu que conduzi e eu fico com um pouco de dificuldade porque as vezes essa questão de você conduzir a discussão e perguntar alguma coisa para o aluno para direcionar a discussão... eu senti um pouco de dificuldade com isso.

Coordenadora: Qual a dificuldade, explica para eu entender melhor.

Ana: *Por exemplo, quando você tem esse tipo de atividade, às vezes o menino te responde uma coisa e aí você tem que fazer uma outra pergunta para levar ele a pensar outra coisa para ele chegar onde você quer que ele chegue. Eu tenho dificuldade de pensar nessas questões.*

Coordenadora: Isso é normal e nas primeiras aulas isso acontece pois vocês não têm experiência ainda. Mas isso vai sendo adquirido com o tempo. Por isso foi recomendado que vocês lessem o material já existente sobre a aplicação dessas atividades, pois isso poderia ajudar a estar mais bem preparado.

Ana: *Então, eu li a tese que tem as atividades com os diálogos. Eu até falei com a pesquisadora que eu quase que anotei tudo na folha para na hora que surgisse nas discussões eu pudesse ir lá e consultar.*

Coordenadora: Se você vai para a discussão já tendo em mente algumas perguntas que o aluno pode fazer, isso ajuda muito. Mas propor essas questões para a discussão é difícil mesmo.

Ana: *E daí eles aparecem com milhões de ideias que a gente nem pensa, e às vezes eles pensam em coisas muito mais complicadas do que a gente espera. Igual naquela questão da máquina fotográfica. A gente queria mostrar para eles que não necessariamente a reação precisa de fogo para acontecer. Só que aí eles já entraram em questão de pilha e bateria que fornecia energia para a ligação do flash...*

Coordenadora: Então, se eles falaram de energia aí, vocês poderiam limitar a discussão por aí, que era o que favoreceria a discussão.

Ana: *Eu tenho outra dúvida que é em relação a explicar a energia de ativação e a afinidade eletrônica. Nesse caso, quando a gente fosse explicar isso, a gente poderia fazer algum desenho para tentar ilustrar isso usando o modelo de Bohr. Porque eu acho que isso vai ficar mais fácil para ele entender.*

Coordenadora: Seria interessante. O grupo poderia fazer a explicação já a partir do desenho, pois poderia facilitar o entendimento. (vídeo dos encontros, semana final)

Na reunião seguinte, o grupo relatou que as atividades até o momento estavam fluindo bem pois estava dando para perceber que os alunos estavam entendendo.

Ana: *A gente até percebeu que eles sabem, mas eles têm dificuldade em amarrar as ideias. Muitas vezes, eles criam o modelo que explica, por exemplo a temperatura de fusão do cloreto de sódio, mas eles não conseguem explicar o motivo. Aí a gente tem que dar uma ajudinha.*

Coordenadora: Teve algum problema, alguma coisa que vocês sentiram dificuldade?

Ana: *A gente teve muita dificuldade de fazer os alunos entenderem a tabela de afinidade eletrônica. Eles só entenderam melhor quando começaram a fazer os exercícios.*

Aí eu lembro que um dos dias que eu fui aplicar essa atividade, eu ia ter aula de Estágio. Então, aí eu cheguei para a professora de Estágio muito desesperada perguntando o que eu poderia fazer porque os alunos não estavam entendendo. Aí ela deu a ideia de fazer a analogia do cabo de guerra para tentar facilitar os alunos entenderem a energia de ionização e, com essa analogia eles entenderam muito melhor, esclareceu muito para eles. (vídeo dos encontros, semana final)

Em relação à representação dos modelos, o grupo explicou que surgiram muitas representações diferentes das que eles esperavam, e que os alunos tiveram dificuldade de explicar os modelos que eles construíram.

Ana: *Os meninos estavam com dificuldade de amarrar as ideias. Aí eu fui de grupo em grupo perguntando porque eles achavam que o modelo que eles reformularam conseguia explicar a temperatura de fusão elevada. A gente atrasou uma aula, mas eu acho que valeu porque eu acho que todo mundo entendeu pelo fato de eu ter ido em todos os grupos para discutir isso.*

Coordenadora: E sobre o que foi proposto sobre natureza da ciência, deu para introduzir?

Ana: *A gente discutiu a questão de modelos antes deles começarem a propor, e o que a gente achou legal é que alguns alunos tinham essa noção de que modelo era para representar. Só que quando a gente foi perguntar para eles sobre os modelos atômicos, muitos pensavam, por exemplo, que dava para ver átomo no microscópio. Aí saíram umas concepções bem legais e a gente discutiu sobre isso também. (vídeo dos encontros, semana final)*

O grupo ressaltou novamente a participação dos alunos nas atividades, e a professora da turma afirmou que achava que a participação se devia ao tipo de atividade que estava sendo realizada. Aquelas eram atividades com as quais eles não estavam acostumados mas que, ao mesmo tempo, instigavam e faziam com que eles tivessem interesse em participar e entender o que estava acontecendo.

No último encontro, Ana relatou de forma geral os acontecimentos e impressões sobre a aplicação das atividades:

Então, eu achei legal que muitas das coisas que a gente tinha previsto no planejamento aconteceram, em relação à parte de fazer os modelos mesmo. Por exemplo, a gente tinha previsto que quando eles propusessem o modelo para tentar explicar porque a temperatura de fusão do cloreto de sódio era elevada, eles iriam propor um modelo representando o NaCl no estado sólido e depois no estado líquido e achar que isso explicava por que ele tinha a temperatura de fusão elevada. Várias vezes eu tive que falar que não, que isso não conseguia explicar, tive que pedir para eles pensarem em por que a temperatura era elevada. E tinha um aluno que tentava me convencer de que se ele representasse o processo de fusão, ele iria conseguir explicar o que estava acontecendo. (vídeo dos encontros, semana final)

A coordenadora explicou que isso aconteceu com vários alunos com os quais ela trabalhou também, uma vez eles geralmente têm dificuldade em pensar como ocorre o processo como um todo.

Ana: Exatamente, por isso eles não conseguem explicar porque a temperatura de fusão é elevada. Outra coisa que a gente se surpreendeu é que só um grupo fez o NaCl molécula. Eles representaram as partículas todas juntinhas quando a água evaporava. Então, assim a maioria já conseguiu chegar mais próximo do modelo científico muito rápido....ah não sei gente ajuda aí.

(Alguns membros do grupo relataram algumas experiências e impressões da aplicação.)

Ana: Eu achei complicado também o fato de a gente ter muito pouco tempo para discutir coisas sobre natureza da ciência. Porque a gente tinha que correr para dar tempo de passar o conteúdo das ligações iônicas todo e sobrava pouco tempo para discutir.

Coordenadora: O que deu para discutir?

Ana: A gente discutiu a questão de criatividade e imaginação para propor modelo, e também porque eles achavam que dava para ver o átomo no microscópio. Aí a gente discutiu essa questão do átomo ser um modelo e ele não ser diretamente observado, que você só tem evidências de como ele seja.

Coordenadora: E quando vocês comentaram sobre essas coisas, eles questionaram alguma coisa, reagiram de alguma maneira?

Ana: Geralmente a gente perguntava, mas poucos participavam. Até porque, eu acho que se a gente tivesse tido mais tempo para poder questionar mais e deixar mais espaço para eles poderem falar, acho que teria sido melhor porque eles não participaram muito dessa parte.

Coordenadora: De qualquer forma, eles participaram mais agora do que no primeiro semestre.

Ana: *Com certeza. Eu lembro até que eu tinha perguntado para eles o que eles achavam que um cientista precisa para propor um modelo baseado naquilo que eles vivenciaram, e eles falaram assim: 'nossa, é difícil demais'. Eu acho que ainda que tenha tido pouco tempo, deu para ficar alguma coisa.*

Coordenadora: Vocês falaram muito dos alunos. E para vocês, foi relevante?

Ana: *Para a gente não tem nem como descrever, acho que foi uma experiência muito rica. Assim eu achei legal que muitas das coisas que a gente discutiu por exemplo, em Prática de Ensino e Estágio em relação à prática foi muito importante. E, ao mesmo tempo, a formação inicial que a gente teve aqui foi muito importante para a gente estar preparado para fazer as atividades.*

Coordenadora: Em que vocês sentiram que estavam preparados e no que vocês não estavam preparados?

Ana: *Eu acho que em relação ao conteúdo foi tranquilo. Mas em relação ao que eu tinha falado antes, de como você questiona o aluno e faz as perguntas certas para não dar a resposta e fazer ele pensar, foi o que tive muita dificuldade.*

Coordenadora: E se vocês fossem fazer de novo, o que seria diferente?

Ana: *Eu tentaria aprofundar mais nas coisas que os meninos falam para poder enriquecer a aula. Porque às vezes a gente fica com tanta afobação para poder vencer aquela etapa que algumas coisas passam batido. Às vezes umas coisas que você poderia aproveitar que o aluno falou e você não aproveita, eu acho que é isso. Em relação ao planejamento, eu acho que ele foi muito bem elaborado e eu acho que ele contemplou a proposta que a gente tinha. Então eu acho que o que faria diferente é em relação à aplicação do planejamento mesmo. (vídeo dos encontros, semana final)*

Estes depoimentos finais evidenciam que, de uma forma geral, Ana apresentou ideias e opiniões relevantes que mostram como o desenvolvimento dos planejamentos e a condução das práticas foi válido para ela, no sentido de ter favorecido o desenvolvimento e a reflexão de aspectos relevantes para conduzir as atividades (por exemplo, como tentar favorecer as discussões a partir de questões, fazer o aluno pensar – aspectos que não estavam presentes inicialmente). Acredito que suas falas mostram essa evolução e preocupação em tentar conduzir as situações e favorecer condições que propiciassem o entendimento dos alunos.

Conhecimentos apresentados no final das atividades

No questionário 3, Ana expressou várias ideias relacionadas à ciência. Sobre a caracterização geral da ciência, ela afirmou:

Eu definiria a ciência como sendo uma forma de produção de conhecimento e uma construção humana. Uma vez que é produzida pelo homem, a ciência é influenciada por aspectos de caráter social, cultural, psicológicos, políticos e econômicos. A ciência também é provisória, isto é, na medida em que esta se

desenvolve, alguns conhecimentos podem tornar-se mais ou menos verdadeiros.
(Resposta da questão 1, questionário 3)

Para ela o que mudou em sua visão de ciência no início do projeto foi:

No início do projeto eu possuía uma visão bem limitada de ciência. Neste sentido, eu não tinha a noção dos diferentes aspectos que podem influenciar na produção da ciência (sociais, culturais, psicológicos...) e pensava também que havia um método científico por meio do qual a ciência se desenvolvia. (Resposta da questão 2, questionário 3)

As atividades do projeto que mais contribuíram para que ela modificasse sua visão de ciência também foram identificadas:

Acredito que as atividades que mais contribuíram para que eu tivesse a visão de ciência que possuo hoje foram aquelas realizadas ao início do período de formação, como a dos kits históricos e a do júri simulado do Fritz Haber. Isto porque nestas atividades não nos foram transmitidos uma lista de características de ciência a serem identificadas nos casos históricos, mas ao contrário, nós mesmos tivemos que analisar e refletir sobre quais as características inerentes à ciência poderiam ser discutidas por meio dos casos históricos. Acredito que isto fez como que o processo de formação fosse mais reflexivo, mais crítico, permitindo uma discussão rica sobre ciência. (Resposta da questão 3, questionário 3)

Sobre a introdução de discussões sobre características da ciência no ensino, Ana respondeu:

Acho que a introdução de discussões sobre características de ciência no ensino é algo muito positivo e não vejo nenhuma desvantagem. Isto porque essa discussão contribui para que os alunos tenham uma visão ampla e fidedigna de ciência. Além disso, acredito que estas discussões também contribuem para tornar o ensino mais contextualizado, mais crítico e, por isso, mais instigante. Somado a tudo isso, o entendimento do que seja ciência faz com que os alunos estejam mais aptos e mais críticos a tomarem decisões que exijam alguns conhecimentos de ciência. (Resposta da questão 4, questionário 3)

Para Ana, as maiores dificuldades em termos do planejamento das atividades para introduzir as discussões sobre natureza da ciência no ensino, da aplicação das mesmas em sala de aula e de buscar conhecer as ideias dos alunos foram:

Em termos do planejamento, inicialmente minha maior dificuldade foi pensar em características de ciência que tivessem relação com o processo que seria vivenciado pelos alunos no decorrer das atividades. (Resposta da questão 5.1, questionário 3)

Em relação à aplicação dessas atividades, minha maior dificuldade foi promover discussões sobre ciência com o tempo tão curto. O número de aulas disponibilizado para a aplicação das atividades era pequeno e o conteúdo químico era grande. Além disso, o conteúdo possuía certo grau de dificuldade, o que fez com que muito tempo fosse destinado ao conteúdo químico e restasse pouco tempo para fazer discussões sobre ciência. (Resposta da questão 5.2, questionário 3)

Em termos de conhecer as ideias dos alunos sobre ciência, minha maior dificuldade se deveu ao fato de que nem sempre os alunos expõem suas ideias nos momentos de discussão. Sendo assim, é possível saber as ideias que alguns alunos possuem sobre ciência, mas não se pode dizer que estas representam o que o restante dos alunos pensam. (Resposta da questão 5.3, questionário 3)

Sobre como ela procurou lidar com as dificuldades, Ana respondeu:

A forma que utilizei para lidar com as ideias dos alunos sobre ciência foi levantando questionamentos e salientando os diferentes pontos de vista que surgiam nas discussões, para fazer com que refletissem sobre suas ideias. Além disso, procurei relacionar características de ciência com o processo que estava sendo vivenciado por eles nas atividades, o que acredito ter contribuído para a compreensão ou desmistificação de algumas ideias que eles possuíam. (Resposta da questão 5.4, questionário 3)

Sobre o que achava que ainda precisa aprender para atuar como professor, Ana identificou:

Acredito que preciso aprender mais e refletir mais sobre o que e como fazer para engajar os alunos nas discussões sobre ciência, com vista a incentiva-los a expor suas ideias. Somado a isso, preciso aprender também como aproveitar mais as ideias dos alunos para promover discussões ricas sobre ciência. (Resposta da questão 5.5, questionário 3)

Sobre como via a “Science Eye” em termos de ajuda para que ela pensasse em características sobre ciência, Ana respondeu:

Pessoalmente, acho que a Science Eye permite uma organização de ideias. Isto porque quando se reflete sobre cada uma das áreas da ciência separadamente (Filosofia, Sociologia, História, Economia...) – que são representadas pelas cápsulas – é possível entender quais características de ciência estão compreendidas em cada área e quais as implicações destas características para o desenvolvimento do conhecimento científico. (Por exemplo, a Filosofia da ciência compreende os aspectos epistemológicos da ciência, o fazer científico. Dentro deste panorama, temos a argumentação, que uma prática científica importante para a divulgação, avaliação e validação do conhecimento). (Resposta da questão 6.1, questionário 3)

Questionada se ela achava que a “Science Eye” poderia ser útil durante o planejamento de situações de ensino em que características da ciência sejam introduzidas, Ana respondeu:

Sim. Em relação à experiência vivenciada no projeto em que tivemos de pensar em formas de introduzir características de ciência no ensino, a Science Eye possibilitou refletir e compreender melhor estas características e averiguar a consonância destas com o processo que seria vivenciado pelos alunos ao longo das atividades. (Resposta da questão 6.2, questionário 3)

Em relação à questão “Se você fosse convidado a participar de uma equipe que tem a tarefa de elaborar um programa de formação de professores voltado para a inclusão de características sobre a ciência no ensino, quais seriam suas sugestões? Em outras palavras, quais aspectos você acharia essenciais de serem abordados com os licenciandos? Quais experiências você acha que eles deveriam viver?”, Ana respondeu:

Acredito que para que um professor consiga introduzir características de ciência no ensino, é necessário primeiramente ter estas características bem consolidadas. Portanto, uma formação inicial sobre natureza da ciência seria indispensável. Isto porque, pessoalmente, as atividades de formação inicial neste projeto foram essenciais para o meu entendimento sobre ciência. Além disso, não poderia deixar de mencionar que o processo de elaborar um planejamento que inclua característica sobre ciência, bem como a aplicação deste, é a experiência mais rica e mais construtiva que os licenciandos podem vivenciar. Isto porque este processo possibilita não só um entendimento amplo sobre ciência, mas também favorece pensar em estratégias de como inserir natureza da ciência no ensino, tendo em vista a realidade complexa da sala de aula. (Resposta da questão 7, questionário 3)

Finalmente, quando questionada como ela avaliaria sua participação no projeto em relação a sua formação como professor, Ana declarou:

Em relação à minha formação como professor, penso que após a participação neste projeto me encontro muito mais apta para lecionar a disciplina na qual estou me graduando. Isto porque meu conhecimento em termos de conteúdo químico se ampliou de forma significativa – principalmente com a experiência de aplicação dos planos de aula – e também o conhecimento em relação à ciência. Em relação a este último aspecto, creio que hoje tenho uma visão ampla e fidedigna sobre a mesma. (Resposta da questão 8, questionário 3)

Estudo de Caso 2: Clara

Conhecimentos apresentados no início das atividades (momento anterior às instruções sobre natureza da ciência)

Analisando o questionário 1, verificamos que para Clara, o motivo de ensinar ciência nas escolas também se relacionava à sua importância para o entendimento do cotidiano:

Através do conteúdo que vamos ensinar, os alunos poderão compreender melhor os processos que acontecem a sua volta. A partir das ciências poderão ser formados profissionais que contribuirão para melhorias na sociedade, a partir dos conhecimentos obtidos. (Resposta da pergunta 1 do questionário 1)

Ela também achava que o ensino de ciências deveria ser para todos os alunos, pois:

Desta forma cada indivíduo pode dar sua contribuição para melhorias na sociedade. (...) todos devem poder relacionar os conteúdos de ciências com o mundo a sua volta. O conhecimento deve ser igualitário. (Resposta da pergunta 2 do questionário 1)

Para que o ensino contemple os aspectos acima, Clara acreditava que o currículo deveria:

Ser constituído de forma que houvesse a maior relação possível entre as disciplinas específicas do curso de Química e o cotidiano. Podendo dessa forma levar o aluno a um melhor entendimento (sic) dos processos que ocorrem em sua volta. (Resposta da pergunta 3 do questionário 1)

A partir das respostas de Clara, podemos inferir que, inicialmente, ela apresentava um conhecimento limitado sobre ciência, uma vez que concebia a ciência para a formação profissional e apenas para entender os processos que acontecem à nossa volta. Além disso, ela não considerava o ensino de ciências para a educação básica, e sim para o ensino universitário, do qual ela estava inserida.

Conhecimentos apresentados no início das atividades (após as instruções sobre natureza da ciência e anterior ao planejamento das atividades)

Questionada sobre se ela pretendia inserir o ensino sobre ciência em suas aulas futuras, Clara respondeu:

Sim. Ao longo de todas as discussões realizadas ficou claro para mim que a inserção de aspectos relacionados à natureza da ciência nas aulas faz com que os alunos se aproximem da realidade da produção científica, bem como

desmistificar a ciência. Assim os alunos poderão compreender melhor a realidade da produção científica e conseqüentemente o conteúdo da própria disciplina. Além disso, o aluno terá uma visão mais crítica e poderá tomar decisões baseadas na confiabilidade da pesquisa científica através dos aspectos da natureza da ciência. (Resposta da questão 1 do questionário 2)

Para ela, questões sobre natureza da ciência poderiam ser inseridas no ensino

através de estudos de caso de fatos históricos por exemplo. Assim, eu poderia utilizar a história de Fritz Haber e a descoberta da amônia para estudar equilíbrio químico. Os alunos poderiam estudar a história e ao mesmo tempo aprender sobre o conteúdo. Nessa atividade, como os alunos também terão que investigar, será possível que eles vivenciem e também discutam através da história de Haber algumas características de natureza da ciência, tais como: ciência provisória; o papel do financiamento; a importância das parcerias entre os cientistas. (Resposta da questão 2 do questionário 2)

Estas respostas evidenciam a influência das atividades que ela vivenciou, uma vez que foram essas atividades que mostraram a importância de se discutir ciência. Além disso, acreditamos que, naquele momento, ela não tinha conhecimento de estratégias de ensino que pudessem favorecer tal discussão. Isto porque, na sequência, ela afirmou que sua maior dificuldade nesse sentido:

Seria inserir discussões sobre ciência de maneira criativa. Por mais que compreenda um pouco melhor sobre ciência, acredito que ainda me falte um pouco de criatividade. (Resposta da questão 3 do questionário 2)

Nesse caso, observamos novamente a influência das atividades que ela vivenciou, uma vez que as mesmas eram atividade que apresentavam um caráter criativo e dinâmico. Talvez por isso, ela acreditava que para conduzir as atividades sobre NC seria necessário discuti-las dessa forma.

Em relação à dificuldade dos alunos, ela disse que sua maior dificuldade:

Está no fato de que não há um conceito definitivo sobre ciência. Assim eles devem identificar os principais aspectos, que ainda assim podem variar um pouco dependendo do cientista e da área. (Resposta da questão 4 do questionário 2)

Nesse caso, parece que sua dificuldade se relacionava ao ensino de conceitos e definições que ela estava acostumada. Assim, ela não percebia que o ensino sobre NC deve ocorrer de forma ampla.

Atividades ocorridas no período de formação

Semana 1

Nesta semana as atividades do segundo semestre se iniciaram com a palestra realizada por uma das coordenadoras, conforme discutido anteriormente. Como nessa semana não houve planejamento das atividades, Clara refletiu em seu portfólio sobre as discussões realizadas na palestra:

Para a inserção de aspectos de Natureza da Ciência (NC), assim como foi feito em nosso grupo, não vamos trabalhar nas escolas de maneira declarativa. Assim, é interessante trabalhar com uma abordagem explícita, que consiste em aproveitar todos os momentos possíveis para enfatizar aspectos de NC, o que é interessante também pelo fato de os alunos serem apresentados às ideias aos poucos. Também foi discutido, que mais interessante do que isto, é envolver os alunos em trabalhos investigativos, que se assemelhem à forma de produção científica, pois eles vivenciarão na prática o trabalho científico. Assim vários aspectos de NC podem vir à tona. No entanto alguns alunos podem não refletir sobre os mesmos. Por isso é importante que o professor traga estes aspectos para uma discussão, sempre que for possível.

De acordo com o modelo proposto, algumas atividades favorecem o ensino explícito sobre a ciência, tais como: Análise crítica da história da Ciência (realizamos diversas vezes na nossa etapa de formação, e surtiu um efeito excelente); Atividades experimentais investigativas (os alunos poderão atuar como os cientistas na produção do conhecimento); atividade de modelagem (os alunos também passarão por um processo muito similar ao que ocorre na ciência, tendo que propor modelos, criticá-los e aprimorar até que fiquem o mais próximo do conhecimento científico).

Eu realmente acredito que os poucos profissionais interessados serão capazes de mudar o cenário da educação no Brasil. Propostas como esta são motivadoras, e nos mostram o quanto a educação ainda pode progredir. É uma proposta que faz todo sentido de acordo com o que temos estudado, agora devemos nos esforçar de fazer isto de maneira tão interessante quanto foi nossa formação em NC. (Portfólio, semana 1)

No portfólio, Clara refletiu sobre atividades que favorecem a discussão sobre NC, fato que poderia auxiliá-la no processo de planejamento das estratégias. Outro fato que nos chamou a atenção foi ela destacar o uso da história da ciência e os seus “efeitos excelentes”. Assim, acreditamos que no questionário 2 ela tenha citado uma atividade histórica da qual ela participou, provavelmente devido a esta atividade ter favorecido o entendimento dela sobre ciência. Isto mostrava, novamente, a falta de conhecimento sobre outras estratégias instrucionais.

Semana 3

A dupla se reuniu com a professora supervisora para definir o tema e as atividades que poderiam ser trabalhadas na escola. A professora informou que o próximo conteúdo trabalhado seria modelos atômicos e disse que o plano de aula poderia ser sobre esse assunto, pois dessa forma ela não precisaria modificar o planejamento das suas aulas. A dupla concordou com a professora.

Definido o tema, a dupla e a professora começaram a pensar sobre como o assunto poderia ser trabalhado. Inicialmente, Clara propôs que elas poderiam utilizar a história da ciência para apresentar a evolução dos modelos atômicos. Além disso, como foi explicado por ela, em uma perspectiva histórica seria possível discutir vários aspectos de NC como:

Acredito que o estudo de modelos atômicos em uma perspectiva histórica abre as portas para que os alunos compreendam melhor a não linearidade presente na Ciência, e o papel fundamental das evidências para a aceitação de modelos. Espero que nossas aulas possam contribuir, desta forma, para uma aprendizagem efetiva dos alunos, o que posteriormente acarretará em uma maior facilidade em compreender outros conceitos importantes, pois muitas vezes, alguns assuntos se tornam difíceis para os alunos justamente por eles não compreenderem bem os modelos utilizados para representar a estrutura íntima da matéria. (Portfólio, semana 3)

A sugestão de estratégia feita por Clara (uso da história da ciência) é a mesma citada por ela na questão 2 do questionário 2. Isso mostra que, inicialmente, o seu conhecimento sobre estratégias era ainda reduzido, uma vez que em nenhum momento ela considerou outras estratégias que poderiam favorecer a discussão sobre NC.

No restante do encontro, a dupla pesquisou materiais históricos que poderiam favorecer a elaboração do planejamento. Durante a semana, a dupla se reuniu e decidiu iniciar as atividades com um texto abordando a compreensão dos filósofos gregos sobre a constituição da matéria. Juntamente com o texto, foram elaboradas algumas questões que serviriam de auxílio para favorecer as discussões sobre NC.

Posteriormente a essa atividade, a dupla decidiu elaborar, no mesmo padrão da atividade anterior, um texto histórico sobre o modelo atômico de Dalton. O objetivo, como destacado por Clara em seu portfólio, era:

Apresentar as principais evidências que sustentam o modelo de Dalton e também retomar a discussão sobre a ideia de átomo já ter sido pensada

anteriormente pelos filósofos gregos, mostrando assim que a Ciência não ocorre de maneira linear. (Portfólio, semana 3)

Para a aula seguinte, a dupla pensou em realizar o teste da régua atritada em pedaços de papel, para que os alunos tivessem a percepção da existência de cargas na matéria. A partir dessa evidência, os alunos seriam solicitados a propor modelos que seriam discutidos em sala. Entretanto, a princípio elas não discutiram como seria feita essa discussão. A dupla decidiu também produzir textos históricos sobre os outros modelos atômicos, mas eles seriam estruturados posteriormente. Tais ações mostram que a dupla se preocupou em elaborar uma proposta de forma estruturada, uma vez que as atividades possuíam uma sequência interligada entre si. Isto propiciaria que as discussões ocorridas em uma atividade anterior influenciassem na atividade seguinte.

Após essas discussões, Clara entregou para as coordenadoras o plano de aula, que pode ser sumarizado como a seguir. A atividade era constituída da leitura e discussão de textos sobre os modelos atômicos. O objetivo era abordar esses modelos em uma perspectiva histórica, evidenciando características de NC e desmistificando algumas visões estereotipadas que os alunos possuem sobre ciência (e que eram apresentadas no plano de aula). Ao final da leitura dos textos, seriam feitas perguntas para favorecer a discussão de aspectos de NC. A estratégia instrucional era constituída de distintos momentos:

1º momento: Texto sobre as visões de constituição da matéria anteriores ao modelo de Dalton. O objetivo era expor aos alunos o que já se pensava sobre os átomos antes da proposta de Dalton. Em relação à NC, seria discutido o caráter não linear da Ciência, bem como seria ressaltada a importância das evidências para a aceitação de um modelo. Perguntas a serem feitas aos alunos:

1. O texto apresenta duas ideias dos filósofos gregos para explicar a constituição da matéria, uma associada ao filósofo Aristóteles, e a outra associada a Demócrito, Leucipo e Epicuro. Em sua opinião, qual dessas ideias é mais próxima da concepção que a ciência moderna tem sobre a natureza íntima da matéria? Explique.
2. De acordo com a resposta da questão anterior, a ideia mais coerente com a que temos hoje também foi a mais aceita naquela época em que foi proposta? Por que isto aconteceu?
3. Em sua opinião, o que leva à aceitação de Modelos e Teorias? Explique.

2º momento: Texto sobre o modelo de Dalton. O texto e as questões ainda não haviam sido formulados.

3º momento: Realização de um teste (atrito de uma régua e posterior atração de pedaços de papel). O objetivo era que os alunos percebessem a existência de cargas na matéria e as limitações do modelo de Dalton. Assim como no momento anterior, as questões ainda não haviam sido formuladas.

4º momento: Texto sobre o modelo de Thomson. O objetivo era que os alunos fizessem a leitura de um texto sobre Thomson e as principais evidências que levaram à elaboração de seu modelo. O texto e as questões ainda não haviam sido formulados.

Na síntese acima, podemos perceber que foram levados em consideração as dificuldades e concepções prévias que os alunos poderiam apresentar sobre NC. Além disso, as atividades tinham o objetivo de discutir essas dificuldades e, assim, minimizá-las. Apesar de Clara e sua colega terem procurado na literatura as principais dificuldades dos estudantes sobre o assunto para, a partir daí, tentar favorecer o entendimento dos alunos, elas não consultaram os resultados do questionário sobre concepções prévias dos estudantes, aplicado por elas mesmas na turma durante as visitas à escola no período de observação das salas de aula. Estes questionários foram analisados pelas licenciandas somente após a aplicação. Assim, elas perderam uma oportunidade de discutir as ideias e dúvidas que seriam mais relevantes para aqueles alunos.

Visto que a companheira de dupla de Clara estava iniciando a participação no programa naquele momento e não tinha participado do processo de instrução sobre NC, conforme explicado na metodologia, julgamos que Clara teve grande influência no planejamento dessa atividade e na identificação dos aspectos de NC.

Semana 4

O encontro se iniciou com a discussão sobre os planos de aula entregues durante a semana. Como comentado anteriormente, as coordenadoras iniciaram a discussão destacando a forma vaga com que os aspectos de NC apareceram nos planejamentos e a falta de detalhamento sobre como eles seriam discutidos.

Ao contrário dos outros grupos, as coordenadoras explicaram que o planejamento da dupla de Clara estava de acordo com o que era esperado, pois elas estruturaram o plano de aula de forma organizada, explicando a relevância do tema, o objetivo de cada aula e o

desenvolvimento das mesmas de forma detalhada, o que favorecia o entendimento do leitor do que aconteceria em cada aula. Além disso, os aspectos de NC que poderiam ser discutidos estavam explícitos no plano de aula, uma vez que antes das atividades elas apresentam algumas das visões inadequadas dos estudantes sobre NC e como elas utilizariam as atividades para lidar com elas – o que os outros grupos também deveriam ter feito.

Dando prosseguimento à reunião, as coordenadoras entregaram um desenho da Science Eye para que os grupos utilizassem juntamente com o texto contendo os aspectos sobre ciência presentes em cada área, que havia sido entregue anteriormente.

Após a discussão sobre como utilizar o desenho da Science Eye, a dupla se reuniu com uma das coordenadoras para verificar as correções e orientações sugeridas por ela no plano de aula. Inicialmente, ela explicou que, na primeira atividade, a forma como a questão 2 estava escrita (*De acordo com a resposta da questão anterior, a ideia mais coerente com a que temos hoje também foi a mais aceita naquela época em que foi proposta? Por que isto aconteceu?*), poderia ajudar a responder a questão 1 (*O texto apresenta duas ideias dos filósofos gregos para explicar a constituição da matéria, uma associada ao filósofo Aristóteles, e a outra associada a Demócrito, Leucipo e Epicuro. Em sua opinião qual destas ideias é mais próxima da concepção que a ciência moderna tem sobre a natureza íntima da matéria? Explique*). Assim ela sugeriu que a dupla reformulasse a questão, uma vez que a discussão era válida. Isto poderia ser feito questionando por que uma ideia não foi aceita em relação a outra.

A coordenadora também explicou para a dupla que, ao elaborar as questões, seria necessário selecionar os pontos principais que elas planejavam discutir e, a partir daí, formular as questões e analisar se a pergunta realmente atendia ao objetivo pretendido.

Em seguida, analisando a atividade 2, para a qual o texto ainda não tinha sido escrito, a coordenadora questionou o que a dupla pretendia explorar. Clara explicou que a ideia era falar um pouco da vida de Dalton e destacar as principais evidências que o levaram a propor o modelo atômico. Para isso, elas iriam utilizar o livro que foi indicado por uma das coordenadoras¹⁰ para basear e organizar o texto. A coordenadora ressaltou que seria importante apresentar os trabalhos de Dalton com os gases, e destacar como, a partir deles, ele propôs o seu modelo.

¹⁰ FARIAS, R. F. (2013). *Para gostar de ler história da Química* (2 ed). Campinas: Átomo.

Além disso, a dupla deveria selecionar quais aspectos de NC o texto evidenciava para enfatizá-los depois, nas questões.

Após as orientações, Clara explicou que, ao analisar a atividade, percebeu que seria muito pouco tempo para discutir os modelos de Dalton e Thomson em apenas uma aula como se pretendia anteriormente. Por isso, ela acreditava que isso teria que ser repensado, fato que foi assentido pela coordenadora. Em relação ao teste empírico, Clara explicou que seu objetivo era mostrar que existe algum tipo de carga na matéria e que, portanto, o modelo de Dalton possui alguma limitação. Dessa forma, a dupla pretendia pedir que os alunos desenhassem o modelo do átomo considerando essas cargas.

A partir daí, a coordenadora explicou que elas poderiam propor o modelo de órbita, que é o que eles estão acostumados a ver. Assim, a dupla poderia questionar como eles chegaram a esse modelo com as evidências disponíveis. Isso seria interessante de ser discutido para que os alunos percebessem a importância das evidências para discutir o modelo. Clara disse que não tinha pensado no que os alunos poderiam representar, e que o que a coordenadora havia dito realmente poderia acontecer na aula. Ela também afirmou que saber sobre isso serviria para que ela e a sua companheira ficassem atentas ao que pode surgir em sala.

Observamos que as orientações feitas pela coordenadora (por exemplo, a forma de elaborar uma questão ou o que os alunos podem responder sobre determinado assunto) foram importantes para a dupla, uma vez que a falta de experiência das licenciandas em sala de aula dificultava a percepção de alguns elementos que seriam percebidos mais facilmente a partir da prática. Dessa forma, discutir sobre isto com as licenciandas poderia auxiliá-las a desenvolver esses conhecimentos.

Após as orientações da coordenadora, a dupla iniciou a modificação das atividades, pensando em uma pergunta melhor para substituir a anterior da questão 2. Clara sugeriu que seria melhor fazer perguntas mais objetivas. Assim, a questão foi substituída por: “Por que vocês acham que a ideia de Aristóteles era mais aceita que as outras?”

Em seguida a dupla começou a ler as referências para produzir o texto sobre Dalton. Clara sugeriu que, ao discutir o texto sobre Dalton, elas poderiam retomar o texto anterior e esclarecer que a primeira pessoa que pensou em átomo há muito tempo atrás não teve reconhecimento, pois ele não tinha no momento as evidências que Dalton teve, fato com o qual sua companheira de dupla concordou. Em relação ao texto, Clara disse que seria importante

discutir o interesse de Dalton pela meteorologia e os estudos dele sobre os gases, como foi sugerido pela coordenadora. Nesse trecho, verificamos que Clara percebeu que a atividade possuía um aspecto importante de NC que deveria ser discutido (a importância das evidências na validação do conhecimento científico).

Após esta aula, os licenciandos iniciaram as férias acadêmicas de quatro semanas, período durante o qual não aconteceram encontros presenciais. Contudo, neste tempo eles tiveram a tarefa de reformular e continuar produzindo o planejamento e realizar a aplicação das atividades na escola de ensino médio, processo que foi acompanhado e orientado pelas coordenadoras.

Semana 5

O retorno dos encontros presenciais aconteceu em uma reunião que foi dividida em dois momentos. Primeiramente, uma das coordenadoras discutiu sobre a aplicação das atividades nas escolas e, em seguida os grupos se reuniram para reformular os planejamentos. Como o plano de aula foi finalizado durante as férias, Clara fez o relato da aplicação do mesmo em sala de aula.

Inicialmente, ela explicou sobre o conteúdo da atividade que foi aplicada e que a mesma foi conduzida pela professora supervisora. Ela e sua companheira de dupla ficaram responsáveis por auxiliar os alunos durante a execução da atividade. Logo após, ela descreveu o desenvolvimento da aula.

A gente pediu para os meninos lerem o texto e fazer as questões no final. Só que o que a gente observou é que os meninos não têm muito hábito de ler porque a gente ia lá na mesa deles ajudar e tínhamos que voltar com eles no texto para eles entenderem bem o que estava falando no texto. E também eles não tinham muita ideia nem sobre o que era matéria.

Quando a gente enviou o planejamento para a coordenadora, ela até tinha perguntado para a gente se a professora supervisora trabalhou com matéria e sobre o modelo cinético molecular, e a professora supervisora não tinha trabalhado ainda. Só que a gente estava na semana da aplicação do planejamento e a professora estava sem tempo de planejar a aula. Aí ela falou para a gente passar a primeira atividade do planejamento e depois começar com essa discussão do que é matéria. Aí a gente fez, mas serviu para a gente comprovar mesmo que eles não entendem isso e que seria muito difícil trabalhar os modelos atômicos sem entrar nessa parte porque a maioria não entende.

Tinha uma questão que a gente perguntava assim: de acordo com o que a ciência moderna pensa sobre a constituição da matéria, qual das teorias é mais próxima dessa concepção (teoria de Aristóteles e a teoria de Demócrito e Leucipo)? Aí

muitos responderam que era a de Aristóteles que era essa dos elementos. Então, assim, eles não tinham noção mesmo.

Foi isso. Mas a turma que a gente trabalha é tranquila, a professora supervisora também é tranquila. Ela deu a aula normalmente e discutiu o questionário que a gente tinha aplicado. Foi só mesmo essa questão, que foi até bom para a gente ver que não tem condições de continuar o planejamento sem voltar nessa parte. (Vídeo dos encontros, semana 5)

Neste trecho, podemos perceber novamente a falta de experiência das licenciandas e a importância das orientações da coordenadora. Mesmo com as sugestões, a dupla só percebeu a importância da discussão do modelo cinético molecular quando os alunos apresentaram as dificuldades.

Retomando as discussões, após o relato de Clara, a coordenadora reafirmou aos licenciandos que os alunos tinham dificuldades de entender o que é matéria e qual a sua constituição. Por isso, a dupla teria que trabalhar esses assuntos antes de continuar discutindo sobre os modelos atômicos.

No restante da reunião, a dupla se reuniu para iniciar o planejamento das atividades sobre matéria. Para auxiliar o trabalho, a coordenadora apresentou um livro¹¹ que possuía atividades interessantes sobre o assunto e no qual a dupla poderia se basear. Ao fim, após a leitura das atividades, a dupla resolveu utilizar as mesmas atividades sem nenhuma modificação. Essas atividades tem o objetivo de discutir sobre os espaços vazios na matéria. Para isso, os alunos são solicitados a pensar em situações que aconteceriam quando, por exemplo, se comprime o ar numa seringa tampada; há o espalhamento do gás de cozinha quando ele sai do botijão; há a dilatação do ar quando ele é aquecido em um tubo de ensaio com um balão na boca; e ocorre a dissolução do sal e do açúcar em água. A partir daí os alunos devem produzir modelos para explicar suas ideias.

Semana 6

Neste encontro, ocorreu a discussão sobre a aplicação das atividades nas escolas. Sobre as aulas, Clara explicou que a professora supervisora terminou a discussão da atividade sobre a

¹¹ Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. 1ª ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG.

constituição da matéria segundo os filósofos gregos que havia sido iniciada na semana anterior, e deu início às discussões sobre matéria seguindo as atividades brevemente descritas anteriormente.

Em relação às discussões sobre matéria, Clara descreveu algumas situações no seu portfólio:

Alguns alunos responderam que para eles a teoria de Aristóteles era a que explicava melhor a constituição da matéria. Isto tornou ainda mais nítido o quanto era necessário trabalhar o modelo de partículas com os mesmos. Durante esta discussão, quando os alunos que responderam que a ideia de átomos é a mais aceita hoje pela ciência foram questionados sobre porque a ideia de átomos naquela época não tinha sido aceita e hoje ela é utilizada, uma menina respondeu que hoje é possível comprovar que o átomo existe, pois é possível vê-lo no microscópio. Neste momento, a coordenadora entrevistou na discussão, de modo a fazer os alunos perceberem que átomo é um modelo, e que não é possível vê-lo no microscópio. A aluna, provavelmente estava confundindo átomo com célula. A coordenadora então discutiu com eles que a célula é a menor parte do corpo humano e que esta, por sua vez, é constituída por muitos átomos. Depois foi discutido como as observações realizadas na época forneciam evidências que eram capazes de suportar a teoria de Aristóteles, como a queima de um pedaço de madeira por exemplo. O mesmo não ocorria com a teoria atomística, o que explica porque ela não foi aceita na época. (Portfólio, semana 6)

Continuando, ela explicou que, devido ao pouco tempo que eles teriam de aula, uma vez que a escola iniciaria as férias escolares, ficou decidido que as outras atividades sobre modelos atômicos planejados pela dupla seriam aplicadas pela professora supervisora quando as aulas recomeçassem. A aula seria aplicada apenas pela professora pois, naquele período, a dupla estaria planejando as atividades do segundo semestre.

Além de Clara, outros grupos também relataram sobre a aplicação das atividades. Sobre isso, Clara apresenta suas impressões no portfólio.

Alguns grupos tiveram dificuldade na hora de executar o planejamento. Em geral, estas dificuldades estão relacionadas com a falta de preparo em relação ao conhecimento de conteúdo ou por seguir o planejamento à risca. É essencial em uma aula, que quem for ministrá-la domine bem o conteúdo que irá trabalhar. Quando o conhecimento de conteúdo é efetivo, o professor/bolsista fica mais seguro em sua aula.

Outro grupo da escola X gostou muito da experiência do Dalton. Eles relataram que, a princípio os alunos não tiveram dúvidas, mas depois, um aluno falou alguma coisa que deu abertura, então eles começaram a discussão que foi bem proveitosa. Isto mostra o quanto é importante não seguir o planejamento à risca, como se fosse um roteiro, pois temos de estar cientes que também existe o

conhecimento na ação. Por isso, é essencial saber como acessar os alunos, isto é, saber as perguntas certas a serem feitas para engajá-los em uma discussão. (Portfólio, semana 6)

Ao final da reunião, Clara relatou, juntamente com a professora supervisora, sobre o desenvolvimento das atividades do livro e a discussão sobre matéria com os alunos. Como essas atividades não possuíam discussões sobre NC, uma vez que ele não foi possível planejá-lo devido ao tempo, as descrições das mesmas não são importantes para o contexto desta pesquisa, assim, não apresentamos esses relatos.

Semana 7

Neste encontro, uma das coordenadoras discutiu inicialmente sobre a aplicação do planejamento nas escolas, uma vez que todos os licenciandos já tinham finalizado as atividades. Em relação às aulas de sua dupla, Clara relatou sobre as atividades relacionadas ao modelo cinético molecular e o seu desenvolvimento.

Ela explicou que não foi possível introduzir muitos conceitos relacionados à NC devido à mudança das atividades. Contudo, ela esperava que essa discussão fosse mais aprofundada no próximo planejamento. Sobre esse fato, a coordenadora enfatizou que, apesar desse problema, a experiência foi válida para a dupla conhecer a turma e as relações entre professor e aluno que aconteceram em sala de aula.

Com o fim da aplicação das aulas, Clara ressaltou, em suas reflexões no portfólio, que a experiência em sala de aula e as discussões que foram feitas por ela com os alunos nos momentos em que ela os auxiliou no desenvolvimento das atividades contribuíram para que ela evoluísse muito. Isto porque, segundo ela:

Em todos os casos de discussão, foi necessário que eu estivesse bastante preparada em relação ao conteúdo, e também tive que sempre pensar na melhor forma de trabalhar aquele conteúdo com os alunos. Além disso, durante as discussões com os alunos, percebi que algumas coisas que já esperava vieram à tona, o que mostra a importância do professor se preparar para a aula. No entanto, muitas ideias e questionamentos que não esperava também apareceram, o que indica que, por mais que estejamos preparados, sempre pode surgir algo em que não se pensava. (Portfólio, semana 7)

Clara também analisou as experiências vividas pelos outros grupos:

Pelos relatos dos outros grupos em relação à escola, foi possível observar que houve uma grande evolução de todos em relação à condução das aulas nas escolas. O problema relativo ao despreparo em relação ao conteúdo químico foi

superado pelos grupos que o vivenciaram, de forma que os bolsistas estavam mais confiantes para dar a aula, uma vez que dominavam bem o conteúdo que iriam trabalhar.

É nítido o quanto está sendo importante esta experiência para a evolução dos bolsistas em relação ao conhecimento de conteúdo e também ao conhecimento pedagógico de conteúdo. Isto porque a elaboração de planejamentos de aula nos leva a estudar mais detalhadamente sobre o assunto, de forma que passamos a dominá-lo melhor do que anteriormente. Além disso, também devemos nos preocupar em como tornar este assunto mais fácil de ser entendido pelos alunos, para que eles possam ter clareza em relação ao que está sendo estudado. Também não podemos ignorar o conhecimento que se adquire na prática, com os erros e imprevistos, que também tem um grande papel de motivação para que aquilo não repita novamente. (Portfólio, semana 7)

Acreditamos que, apesar de Clara não ter aplicado todas as atividades e de as mesmas não apresentarem discussões sobre NC (fato que favoreceria muito no desenvolvimento da condução de atividades futuras), a experiência favoreceu que ela tivesse conhecimento sobre os estudantes e das relações que acontecem em sala de aula. Isto pode ter sido importante, uma vez que ela não tinha conduzido nenhuma aula até o momento.

Como relatado no estudo de caso anterior, após esta reunião, os quatro encontros presenciais seguintes foram destinados à discussão, participação em atividades e instruções sobre argumentação e modelagem que visavam auxiliar os licenciandos na elaboração do próximo plano de aula. Por isso, o relato do caso de Clara continua com os eventos das semanas seguintes.

Semanas 11 e 12

No encontro da semana 11, o grupo de Clara, que agora era composto por quatro membros devido à entrada de novos licenciandos no PIBID e à redistribuição dos mesmos entre os grupos, se reuniu para iniciar o planejamento das atividades.

O grupo de Clara decidiu elaborar um material sobre o tema transgênicos a partir das atividades que parte deles havia vivenciado na primeira etapa do projeto. Como tais atividades favoreciam a discussão de vários aspectos sobre NC, o grupo deveria adequá-las de acordo com o tempo disponível para a aplicação das atividades e com as características da turma do ensino médio.

Sobre o tema e as atividades, Clara apresentou as seguintes reflexões em seu portfólio:

O tema favorece o emprego da argumentação no ensino, que por sua vez, propicia ao aluno a tomar decisões críticas, uma vez que os mesmos poderão compreender a relação entre as evidências e um bom argumento. Além disso, os alunos poderão compreender que algumas evidências em determinados contextos podem ser mais “concretas” do que outras, isto é, podem “provar” melhor o que se pretende.

O tema também favorece o emprego de vários aspectos de NOS no ensino, possibilitando desmistificar algumas visões dos alunos (por exemplo, a visão de Ciência neutra e imparcial) e propiciando uma visão mais ampla sobre a mesma, uma vez que o tema abrange questões éticas, ambientais, sociais e econômicas. O esclarecimento a respeito de como a Ciência funciona e como ela é produzida, também favorece a tomada de decisão consciente, uma vez que será possível, a partir daí, analisar a confiabilidade de algumas publicações e informações, levando em conta que a Ciência pode ser influenciada por interesses pessoais, tais como interesse político e econômico por exemplo.

Outro fator importante sobre o tema foi a falta de conhecimento dos alunos sobre o que são transgênicos. Julgamos necessário que os mesmos tomem conhecimento sobre os transgênicos e os impactos que os mesmos podem causar socialmente, ecologicamente e economicamente, uma vez que estes estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano. Portanto, torna-se necessário o mínimo de entendimento por parte dos alunos, para que eles possam tomar decisões conscientes sobre seu uso.

Outro fator importante, é que os alunos já foram apresentados a alguma caixa preta (modelos atômicos). É interessante, neste sentido, que eles também sejam apresentados a esta Ciência em construção (transgênicos) percebendo assim, que ainda não há um consenso a respeito do uso dos mesmos. Além disso, acredita-se que seja possível trabalhar com uma abordagem contextualizada abordando, por exemplo, os impactos no ecossistema e na agricultura, possibilitando uma visão mais abrangente sobre os transgênicos e sobre seus impactos na sociedade e no ecossistema. (Portfólio, planejamento)

Apesar da identificação da importância do tema e do que poderia ser explorado a partir dele, o grupo teve dificuldades em reformular e organizar as atividades uma vez que, segundo relato de Clara, eles não conseguiram identificar:

O que seria abordado sobre transgênicos? Quais aspectos de NC poderiam ser trabalhados? Como trabalhar estes aspectos de forma explícita ao longo das aulas? Como trabalhar argumentação durante o ensino? (Portfólio, planejamento)

Apesar dessas dificuldades, o grupo concluiu o planejamento cuja síntese é apresentada a seguir considerando os eventos definidos pelo grupo.

Evento 1: Elaboração de cartazes. Elaborar cartazes sobre transgênicos para chamar a atenção dos alunos da escola sobre o assunto.

Evento 2: Discussão inicial sobre o que são transgênicos. Chamar a atenção dos alunos para o símbolo dos transgênicos e dar uma ideia geral sobre o assunto.

Parte 1: Lanche. No primeiro momento, será servido um lanche para os alunos, no qual estejam presentes produtos contendo o símbolo dos transgênicos. A proposta é deixar o rótulo junto com o alimento e, após o lanche, chamar a atenção dos alunos para o símbolo e questioná-los sobre o assunto. Além disso, esperamos que o lanche motive os alunos para as próximas aulas.

Parte 2: Discussão a partir de vídeo ou texto. Apresentar um vídeo ou texto para dar uma ideia geral sobre o que são transgênicos e, em seguida, promover uma discussão sobre o assunto.

Parte 3: Pesquisa sobre transgênicos. Pedir que os alunos façam uma pesquisa sobre transgênicos a partir das seguintes questões norteadoras: o que são transgênicos?; quais alimentos são transgênicos?; qual sua opinião a respeito do uso de transgênicos?

Evento 3: Discussão sobre confiabilidade dos textos lidos e atividade introdutória sobre argumentação. Deixar claro para os alunos que as publicações, e a ciência, podem ser influenciadas por interesses pessoais, evidenciando o caráter imparcial da ciência. Outro objetivo é que os alunos percebam que a confiabilidade de algum estudo depende das evidências e de se elas são capazes de provar realmente o que se propõe.

Parte 1: Discussão a partir dos resultados das pesquisas. A partir das pesquisas realizadas pelos alunos, será estabelecida uma discussão enfocando a confiabilidade das publicações pesquisadas. Os alunos deverão explicar se e porque os textos lidos foram capazes de influenciar na formação de sua opinião. Esperamos que os mesmos, com o nosso auxílio, percebam a importância das evidências utilizadas.

Parte 2: Atividade sobre o Crânio de Copérnico. A atividade tem o objetivo de favorecer as discussões a respeito da importância de as evidências serem confiáveis e específicas. É necessário que os alunos tenham pelo menos noção da importância de evidências em um argumento, para desenvolver bem as atividades posteriores.

Evento 4: Discussão sobre a atividade do Crânio de Copérnico e divisão dos grupos para atividade do júri simulado. Discutir a importância de evidências para se “provar” algo e explicar para a turma a atividade do júri simulado que será realizado.

Parte 1: Discussão sobre o texto e questões da aula anterior. A partir das questões respondidas sobre o texto “O Crânio de Copérnico”, será estabelecida uma discussão buscando deixar claro que algumas evidências podem ser mais confiáveis do que outras em determinado contexto e que quanto mais concretas e confiáveis forem essas evidências, mais forte será o argumento e, conseqüentemente, mais confiável uma determinada teoria.

Parte 2: Esclarecimento sobre a próxima atividade e distribuição dos textos a serem lidos. A próxima atividade a ser realizada consiste em um júri simulado, no qual a turma será dividida em três grupos: defesa, acusação e jurados. A defesa será responsável por convencer os jurados de que devem ser realizadas pesquisas sobre o uso de transgênicos, a acusação será responsável por convencer os jurados de que não devem ser realizadas pesquisas sobre o uso de transgênicos, e os jurados ficarão responsáveis por decidir, com base nos argumentos de cada grupo, quem vencerá.

Evento 5: Elaboração dos argumentos em sala. Pretende-se que os alunos se reúnam em grupos para montar os argumentos que serão utilizados com auxílio da professora e do grupo, de modo que se possa orientá-los durante este processo.

Considerando esta síntese, podemos perceber que o grupo teve dificuldade em definir como as atividades seriam trabalhadas e como as discussões seriam favorecidas, dificuldade esta que já havia sido exposta anteriormente por Clara. Além disso, o grupo também não considerou os aspectos de NC e argumentação, como eles seriam discutidos, e as dificuldades dos estudantes. Apesar de identificar estratégias que poderiam favorecer a atividade, ela teve problemas em definir como seriam feitas as discussões. Acreditamos que isso tenha acontecido pela falta de experiência dos licenciandos e que, no decorrer do planejamento, a partir das discussões com as coordenadoras e com o grupo, esses fatos ficariam mais claros.

Semana 13

Neste encontro, os licenciandos seguiram elaborando as reformulações do planejamento e analisando, juntamente com a professora supervisora, as sugestões das coordenadoras presentes no plano de aula. Os trechos mais importantes dessa discussão são apresentados a seguir.

Clara: Elas estão perguntando aqui: quais perguntas serão feitas após o lanche? A gente tem que fazer as perguntas né, acho que a discussão sobre os transgênicos pode vir a partir das perguntas. A partir do que eles responderem, a gente começa a discutir.

Professora supervisora: Como assim?

Clara: *Tipo assim, das perguntas serem logo após o lanche, antes de nós falarmos qualquer coisa sobre transgênicos. Aí a gente pode discutir a partir das respostas deles.*

Professora supervisora: Tá bom.

Clara: *O que a gente pode colocar? A gente pode perguntar para eles dos símbolos dos transgênicos, se eles já viram?*

Professora supervisora: É, e interligar com os cartazes que vão estar na escola.

Clara: *A gente pode perguntar assim: vocês conhecem esse símbolo? Sabem o que significa? Pode ser? (O grupo concorda).*

Participante do grupo: Podia perguntar o que aquela imagem representa para ele.

Clara: *Sim, aquele triângulo representa atenção. Não sei se eles vão conseguir relacionar com aquele símbolo de “atenção/cuidado”.*

Participante do grupo: A gente pode direcionar isso para eles, dando um exemplo.

Clara: *Uhum, mas como vai fazer a pergunta?*

Participante do grupo: O símbolo dos transgênicos te remete a algo? O quê?

Clara: *Tá bom. A gente chamou a atenção deles sobre o símbolo. Agora a gente tem que falar para eles o que significa. Aí eu não sei se a gente tem que fazer uma pergunta sobre isso ou se com essas duas já dá para discutir. Porque na primeira eles vão falar se eles conhecem ou não e se eles sabem o que significa. A gente sabe que eles não conhecem porque a professora já perguntou. Então a gente vai ter que falar alguma coisa a respeito.*

Participante do grupo: Depois que discutir o símbolo, a gente já pode discutir o que é.

Clara: *Tá bom, agora a gente vai ter que escrever isso. (vídeo dos encontros, semana 13).*

Dando prosseguimento, o grupo decidiu explicar o que são transgênicos e o que são organismos geneticamente modificados para não causar confusão nos alunos, uma vez que esses termos costumam ser usados como sinônimos.

Em seguida, os licenciandos retomaram as perguntas novamente, uma vez que eles perceberam que o planejamento não possuía nenhuma questão que conduzisse à discussão sobre o símbolo dos transgênicos nos rótulos dos alimentos. Assim, foi inserida a seguinte questão: *No momento em que você vai comprar um alimento, este símbolo faz alguma diferença na escolha? Porquê?.* Considerando o trecho da discussão apresentado acima, podemos afirmar

que o grupo conseguiu inserir conteúdos importantes para favorecer as discussões, principalmente com as contribuições de Clara.

No fim da reunião, o grupo dividiu os 15 textos selecionados e cada membro do grupo, assim como a professora supervisora, ficou com três textos. A princípio, cada um teria que identificar os argumentos que poderiam ser construídos a partir do texto, identificando qual o caráter do argumento, assim como os aspectos de NC presentes em cada texto. Depois disso, eles decidiriam quais textos seriam importantes de serem utilizados no planejamento ou adaptados. Esta tarefa seria feita durante o recesso de um mês que os licenciandos teriam (período correspondente às férias escolares dos alunos do ensino médio).

Semana 14

No encontro seguinte, após o recesso, o grupo se reuniu com as coordenadoras para discutir sobre as modificações que deveriam ser feitas no plano de aula.

Inicialmente, as coordenadoras explicaram que as discussões sobre NC não estavam sendo mostradas de forma explícita no planejamento, e que isso deveria estar no plano de aula e ser discutido nas aulas de forma explícita. Para isso, o grupo deveria pensar em quais momentos e que aspectos de NC estariam presentes nas discussões em sala de aula. Além disso, o grupo deveria pensar também como NC seria inserida em todo o processo de argumentação, pois como eles puderam perceber quando participaram de uma atividade similar (júri simulado), as questões sobre NC influenciam muito nas discussões sobre os transgênicos. Então, estava faltando o relacionamento entre os dois. Sobre isso, Clara tentou explicar, dizendo que: *A gente até tentou colocar em alguns momentos o que poderia ser discutido, mas a gente não deixou muito claro.*

Uma das coordenadoras explicou então que isso ficaria mais claro quando o grupo definisse os textos que seriam usados e quando os argumentos fossem identificados em cada texto. Clara explicou que eles haviam identificado os aspectos de NC na maioria dos textos, mas que não tinham entregado ainda porque um dos membros do grupo ainda não tinha finalizado. O grupo explicou que selecionou os argumentos em termos de evidência e justificativa e que também foram identificados os aspectos de NC.

Uma das coordenadoras reafirmou que isso deveria estar presente de forma explícita no planejamento, e que eles deveriam apresentar a relação entre o argumento e NC, para que se tivesse uma ideia geral de quais aspectos da ciência seriam discutidos nos textos. Sobre isso,

Clara explicou que eles identificaram os aspectos de NC de acordo com a Science Eye. O problema é que eles não sabiam como fariam para discutir sobre isso em sala de aula. Uma das coordenadoras explicou então que o grupo deveria pensar na relação dos transgênicos como um todo, influenciando a sociedade, a pesquisa, o consumo, entre outros aspectos.

Além disso, Clara explicou que outro problema para ela era conseguir auxiliar os alunos a elaborar os argumentos, uma vez que aquela havia sido uma tarefa difícil para ela, e que possivelmente seria para os alunos também. Nesse caso, uma das coordenadoras sugeriu que, ao explicar os conceitos, ela poderia utilizar exemplos, apresentando as evidências e as justificativas em alguns casos, pois isso poderia facilitar o entendimento dos alunos.

O resto do encontro foi utilizado para discutir o tempo que seria dedicado a cada atividade, os materiais que seriam utilizados e a distribuição dos alunos em grupo no júri simulado.

Durante a semana, o grupo terminou de selecionar os argumentos e os aspectos de NC nos textos. De acordo com as reflexões de Clara no portfólio, essa parte foi a mais difícil do planejamento uma vez que *trabalhar com argumentação, identificando as evidências e justificativas é muito complexo* (Portfólio, semana 14).

Percebemos que as sugestões feitas pelas coordenadoras, como as discussões explícitas sobre NC por exemplo, iam de encontro aos problemas identificados no planejamento. Isto pode ter favorecido o desenvolvimento do conhecimento dos licenciandos sobre estratégias instrucionais para o ensino explícito de NC. Além disso, as discussões sobre as dificuldades apresentadas por Clara foram válidas, uma vez as coordenadoras fizeram sugestões que poderiam facilitar a sua condução das atividades em sala de aula.

Semana 15

Neste encontro, o grupo continuou reformulando o planejamento. Inicialmente eles se reuniram com uma das coordenadoras para verificar as sugestões de reformulação do mesmo.

Para a coordenadora, a proposta estava boa; o que faltava era organizar todos os argumentos do texto de forma homogênea pois, como os textos foram divididos, cada membro do grupo apresentou as ideias de forma diferente. Assim, caberia ao grupo organizar esses

argumentos da mesma maneira. Em seguida, a coordenadora discutiu alguns argumentos que o grupo apresentou a partir dos textos e que não estavam classificados corretamente. Ela explicou alguns conceitos, esclareceu qual era o erro, e como ele poderia ser classificado.

Logo após, o grupo reviu as atividades novamente e como elas seriam aplicadas. Durante essa revisão, a coordenadora questionou os licenciandos sobre como seria feita a discussão sobre NC que, até o momento, o grupo não havia incluído no planejamento. Sobre esse fato, Clara explicou:

Clara: A gente não conseguiu pensar ainda.

Coordenadora: Mas vocês classificaram o que tem de NC em cada texto...

Clara: Sim, mas tá difícil saber como a gente vai trabalhar isso com eles.

Coordenadora: E teria que ser depois do júri?

Clara: A não ser que seja na discussão sobre os argumentos, por exemplo na hora de julgar mesmo.

Coordenadora: Vocês podem fazer igual nós fizemos aqui no PIBID, quer dizer, fazer uma avaliação dos argumentos dos alunos. Aí vocês podem levar em consideração os argumentos que foram feitos e quem levou em consideração aspectos de NC. Nesse momento vocês ressaltam esses aspectos de NC.

Clara: É, acho que encaixaria melhor no trabalho.

Coordenadora: Até por que vocês vão ter que dar um retorno do julgamento. Tanto que vocês não vão poder julgar na hora. Vocês vão falar para eles que vão analisar para mostrar na outra aula...

Pesquisadora: ...colocar o que foi avaliado e explicar o que eles poderiam ter utilizado num argumento fraco.

Coordenadora: E, nesse momento, enfatizar todos os aspectos de NC que apareceram para mostrar para eles por que vocês estão discutindo isso em uma aula de Química, que tem muita relação com ciência. Então vocês vão ter uma semana para analisar os argumentos que eles utilizaram no júri e apresentar para eles na outra semana a análise de cada um para mostrar quem “venceu” e os aspectos de NOS que estavam presentes. Eu acho que o importante é que, por mais que vocês ajudem na construção dos argumentos, no momento do júri simulado, deixem que eles usem a estratégia que quiserem. Para ver como vai ser a estratégia deles de persuadir. Isto é até algo a ser comentado com eles depois do julgamento. (vídeo dos encontros, semana 15)

Em seguida, o grupo definiu os horários e os materiais que seriam utilizados nas aulas. Logo após discutir com a coordenadora, o grupo se reuniu para verificar os argumentos e organizá-los. Isto foi finalizado durante a semana por Clara, uma vez que os outros participantes

do grupo foram desligados do projeto devido a problemas de comprometimento com o trabalho.

Nos diálogos acima, percebemos que a coordenadora fez sugestões importantes que poderiam favorecer uma melhor condução das atividades por parte de Clara. Além disso, Clara conseguiu sugerir como as discussões sobre NC poderiam ser exploradas. Como esse era um problema apresentado por Clara desde o início do planejamento, acreditamos que tais discussões favoreceram seu entendimento.

Semana 19

Neste encontro, Clara apresentou para os licenciandos o plano de aula reformulado. Ela iniciou a apresentação justificando a importância de se trabalhar com o tema e o objetivo das atividades. Como evidenciado no trecho a seguir, ela explicou que, nas atividades, seriam utilizadas a argumentação e os aspectos de NC.

Porque como a gente já estudou, a argumentação e o entendimento de como o conhecimento científico é produzido, o conhecimento de natureza da ciência mesmo, favorece a tomada de decisão dos alunos. A argumentação por exemplo, favorece com que eles tomem uma decisão diante de diferentes pontos de vista abordados. (Vídeo dos encontros, semana 19)

Dando prosseguimento à apresentação, Clara explicou o que seria trabalhado em cada aula e os aspectos de NC que seriam explorados. Em relação à aula 1, ela afirmou que pretendia discutir sobre a ciência como uma produção humana e por ela controlada. Como a atividade 1 já tinha sido aplicada na escola, ela explicou como foi discutido:

Quando eu estava explicando sobre o que era transgenia, eu falei isso para eles e eles até tiveram dificuldade de perceber essa questão. Aí a professora deu outros exemplos e eu acho que eles conseguiram perceber essa questão, que a ciência é uma produção humana. Assim, a gente não pode falar que eles perceberam, mas eu acho que ficou um pouco mais claro do que era no começo. (Vídeo dos encontros, semana 19)

Na sequência, ela explicou o que e como pretendia trabalhar sobre NC na aula 2:

A gente pretende discutir sobre a filosofia da ciência, falando que a argumentação é uma prática científica e que ela é importante tanto na produção de conhecimento quanto na divulgação. Outra área que a gente vai abordar é a sociologia da ciência, falando da importância da discussão de vários cientistas e

áreas na ciência. Porque o texto da atividade sobre o crânio de Copérnico mostra que várias áreas foram usadas para descobrir se realmente era o crânio de Copérnico ou não. (Vídeo dos encontros, semana 19)

A coordenadora sugeriu que ela explorasse a parte histórica sobre Copérnico e a sua teoria em relação à teoria aceita na época, uma vez que esse fato poderia favorecer a discussão de outros aspectos sobre NC. Em seguida, ela explicou o que e como pretendia trabalhar sobre NC na aula 3:

Nessa aula a gente vai discutir a confiabilidade da pesquisa e das fontes utilizadas, e sobre a influência de fatores pessoais ou políticos na produção do conhecimento científico.

Dando prosseguimento, ela explicou o que e como pretendia trabalhar sobre NC na aula 7, que ocorreria após o júri.

Clara: Quando a gente for mostrar os argumentos utilizados pelos grupos no júri, a gente vai analisar e apresentar os aspectos de natureza da ciência envolvidos em cada argumento.

Coordenadora: Mas como vocês vão fazer isso?

Clara: No quadro, por que quando a gente fez o quadro, a gente colocou a origem do argumento. Então a gente pretende, a partir daí, já identificar, por exemplo, se tem algum aspecto de natureza da ciência.

Coordenadora: Mas isso vai estar no quadro que vocês construíram para o julgamento ou no que os alunos construíram para o júri?

Clara: No nosso, porque a gente percebeu que durante as aulas a gente vai abordar alguns aspectos de natureza da ciência. Só que nos textos que vão ser lidos têm muitos aspectos de natureza da ciência e aí a gente pensou que uma forma de trabalhar esses aspectos explicitamente seria justamente no momento que a gente fosse falar sobre o julgamento.

Coordenadora: Para fazer isso, vocês vão ter que tomar cuidado com a nomenclatura que vocês vão usar. Vocês não podem chegar lá só que isso é filosofia porque não vai fazer diferença nenhuma para o aluno. Então você tem que pegar o que está por trás daquilo ali em termos mais detalhados e não em termos de rotular uma grande área, pois para eles não vai fazer sentido nenhum.

A professora supervisora explicou que, além da discussão durante a apresentação do resultado do júri, ela e Clara pretendiam discutir sobre NC quando elas fossem auxiliar os alunos na produção dos argumentos para o júri simulado, chamando a atenção para aspectos de NC presentes no texto e nos argumentos dos alunos. Então, a coordenadora ressaltou que era

necessário que elas ficassem atentas quando fossem auxiliá-los para não entregar os argumentos presentes nos textos, pois os alunos deveriam construir os argumentos sozinhos. Logo, seria melhor que elas utilizassem outros exemplos para auxiliar os alunos.

Ao final, a coordenadora explicou que era importante que Clara observasse a linguagem que seria utilizada para explicar os aspectos de NC, pois poderiam existir alguns conceitos desconhecidos dos alunos que precisariam ser explicados de forma simples para eles.

Sobre o planejamento da estratégia, Clara refletiu mais tarde:

O planejamento foi muito trabalhoso, mas o processo de construção me propiciou um enorme conhecimento sobre o tema, visto que a todo momento pensamos em como seria melhor para os alunos e quais os possíveis questionamentos que poderiam surgir. Acredito que a aplicação do mesmo será muito produtiva e que será um processo muito rico para ambas as partes (bolsista/alunos). Embora tenham surgido tantos imprevistos ao longo da elaboração do planejamento, acredito que o mesmo esteja bem elaborado, pois a todo o momento levamos em conta aspectos muito importantes adquiridos ao longo de nossa formação e no PIBID, como: a abordagem de aspectos de Natureza da Ciência que não fosse por meio de uma lista, propiciando uma visão mais ampla sobre Ciência para os alunos; inserir os alunos em práticas de argumentação, que também é uma prática científica; abordagem contextualizada levando em conta CTS; levar em conta as ideias dos alunos; entre outras que fazem do ensino mais abrangente e significativo. (Portfólio, planejamento)

Aplicação da atividade

Para descrever a aplicação da atividade, consideramos nossas observações das aulas que foram ministradas, das quais transcrevemos todas as discussões que aconteceram sobre NC. As seis primeiras aulas tiveram duração de uma hora e quarenta minutos, enquanto a aula 7 teve duração de cinco horas, visto que a professora supervisora solicitou as aulas de outras disciplinas para que a discussão sobre os resultados do júri ocorresse toda de uma vez.

Na tabela 4.2 apresentamos as atividades realizadas em cada aula e identificamos em quais ocorreram discussões sobre NC.

Aula	Discussão	Aspecto de NC
1	Oferecimento do lanche; apresentação de vídeos explicativos sobre transgênicos e discussões gerais sobre o assunto.	Produção dos fatos científicos: a ciência é uma produção humana.
2	Atividade sobre o crânio de Copérnico.	Métodos e práticas científicas utilizados na ciência: a importância de evidências na ciência.
3	Pesquisa sobre o tema transgênicos e explicação das próximas atividades.	Influência de condições sociais, políticas e econômicas nas práticas científicas.
4	Construção dos argumentos para o júri simulado.	
5	Construção dos argumentos para o júri simulado.	
6	Discussão dos argumentos apresentados pelos alunos e júri simulado.	Processos de produção, avaliação, e validação do conhecimento científico. Comercialização e valores da ciência e do conhecimento científico. Trabalho colaborativo entre cientistas.
7	Apresentação do resultado do júri simulado.	Importância da ética na produção, avaliação, revisão, comunicação e validação do conhecimento científico. Influência étnica e cultural na produção de conhecimento por parte de um cientista. Influência de condições sociais, políticas e econômicas nas práticas científicas. Comercialização da ciência e do conhecimento científico. Confiabilidade das pesquisas científicas. Os métodos e práticas científicas utilizados na ciência.

Tabela 4.2. Caracterização geral das aulas conduzidas por Clara.

Aula 1

A aula se iniciou com o oferecimento de um lanche aos alunos. Em seguida, Clara os questionou sobre a consulta dos rótulos dos alimentos e analisou as embalagens dos petiscos consumidos por eles durante o lanche, destacando a presença do símbolo dos transgênicos nessas embalagens. Ela perguntou aos alunos sobre o que eles conheciam sobre o assunto e, em seguida, apresentou alguns vídeos sobre o tema. Um dos vídeos discute sobre o que são transgênicos e apresenta os diversos pontos de vista, como a opinião de políticos, pesquisadores, agricultores e organizações ambientais sobre o tema. O outro vídeo discute a questão da rotulação dos alimentos que possuem transgênicos e, assim como no vídeo anterior, esse também apresenta diversos pontos de vista sobre a rotulação.

Logo após, Clara explicou sobre o que são organismos geneticamente modificados (OGM) e o que são organismos transgênicos (OT). Esclarecido o assunto, Clara deu início ao debate sobre os OT e ciência, como apresentado a seguir.

Clara: Eu queria saber de vocês por exemplo, pensando nisso que os transgênicos têm que ter a interferência do homem, vocês acham por exemplo que na ciência as coisas estão prontas, é só o homem ir lá e descobrir que já tem tudo na natureza ou não? (Os alunos ficam em silêncio)

Clara: Vocês entenderam a pergunta? Eu falei e vocês também falaram que os transgênicos não existiam naturalmente, teve que ter a interferência do homem para eles começarem a ser produzidos, não é? Aí eu perguntei para vocês o seguinte: pensando nisso, vocês acham que na ciência as coisas estão prontas assim no mundo, é só o homem ir lá e descobrir, ou não?

Aluna 1: Acho que não, mas o porquê eu não sei.

Clara: Você não sabe por que? Mas se a gente parar para pensar nesse exemplo da transgenia, a gente percebe que se não fosse o homem ir lá e fazer esse processo, não iriam existir os alimentos transgênicos. E aí o que eu quero falar com isso é que a ciência é uma produção humana, o homem que produz a ciência, as coisas não estão prontas para você ir lá e descobrir, os homens que produzem e que controlam a ciência.

Professora supervisora: Acho que está difícil de pensar por que está faltando exemplo. Vocês conseguem pensar em algum produto que seja da ciência? (Os alunos ficam em silêncio)

Professora supervisora: No cotidiano de vocês, alguma coisa que está ligada à saúde ou à tecnologia... alguém consegue pensar?

Aluna 2: A tecnologia? Computador.

Professora supervisora: Você acha que o computador então seria um produto da ciência? Você acha que isso seria algo que teria a intervenção do homem na ciência ou que é algo que foi encontrado?

Aluna 3: Por intervenção do homem.

Professora supervisora: De que forma?

Aluna 4: Ele viu que se juntasse algumas coisas dava para aprender a partir de uma tela ao invés de um caderno.

Professora supervisora: Entender de onde partiu o funcionamento do computador é mais difícil, né? Vamos pensar em outro exemplo então. Alguém consegue me dizer outro exemplo? (os alunos ficam em silêncio)

Aluna 5: Vidro.

Professora supervisora: Explica melhor.

Aluna 5: O homem descobriu o vidro fazendo uma mistura com areia, no caso uma areia cristal e daí ele produziu o vidro.

Professora supervisora: Vocês concordam com ela? (Os alunos concordam)

Professora supervisora: Vamos pensar então nas aulas de Química que a gente teve sobre modelos atômicos. Por exemplo Dalton gostava de estudar meteorologia, e aí o que vocês podem me falar disso, que resultado veio ao longo do estudo dele?

Aluna 5: Ele estudou o comportamento dos gases.

Professora supervisora: As conclusões que ele tirou vieram do nada?

Aluno 6: Não ele foi estudando, pesquisando...

Professora supervisora: Isso. E foi descobrindo a teoria que mais se adaptava para a teoria atômica (sic).

Professora supervisora: Ele estudou sozinho?

Aluno 6: Não, muitas pessoas ajudaram, mas só que no livro fala só dele e não fala nada dos outros.

Professora supervisora: Teve um citado no texto você se lembram qual foi? ... Thomson e aí no texto dele estava citando Dalton e vários outros cientistas, não é isso? Então a ciência tem ou não a intervenção do homem? Ou ele simplesmente encontra as coisas prontas e concluídas?

Alunos: Não!

Professora supervisora: Para ele chegar a alguma conclusão, vai tendo uma intervenção até chegar a uma teoria, vamos dizer assim. No caso dos transgênicos é a mesma coisa ou é diferente?

Alunos: A mesma coisa.

Professora supervisora: Teve a intervenção do homem para chegar aos dados, para a gente saber o que sabe sobre transgenia hoje. (vídeo das aulas, aula 1)

Esse diálogo mostra que Clara teve dificuldade em conduzir as discussões, sendo necessária a intervenção da professora supervisora. Entretanto, é importante destacar que essa foi a primeira aula que ela conduziu. Dessa forma, a falta de experiência pode ter comprometido a condução das discussões sobre NC.

Em suas reflexões no portfólio, Clara relatou as impressões que ela teve sobre a aula:

Após o término do planejamento, devo confessar que a insegurança começou a me apavorar, já que nunca havia conduzido uma aula. Assim, apesar de auxiliar a professora nas discussões, durante o planejamento dos modelos atômicos, fiquei com receio ao pensar que desta vez eu teria que conduzir as aulas. Embora estivesse segura em relação ao que deveria ser discutido, o medo de não conseguir fazer os alunos compreenderem as questões discutidas era muito grande. Além disso, um fator que contribuiu para minha insegurança foi o medo de não conseguir interagir de forma produtiva com os alunos e desta forma, não contribuir para discussões ricas. (Portfólio, aplicação)

Esta foi a principal preocupação de Clara durante toda a aplicação da atividade. Podemos perceber essa insegurança ao constatar que, após a professora supervisora ter interferido nas discussões que Clara estava conduzindo, ela não conseguiu retomar as discussões novamente.

Sobre o desempenho da primeira aula, Clara continuou suas reflexões.

Na primeira aula, acredito que a principal dificuldade enfrentada, além do nervosismo de minha parte, foi a timidez dos alunos. Isto pode ser observado, por exemplo, no momento do lanche, pois os alunos estavam com vergonha até de lanchar. Além disso, após o lanche fiz alguns questionamentos com o objetivo de sondar o que os alunos pensam sobre transgênicos, no qual ficou ainda mais evidente a timidez dos mesmos, que tinham dificuldades em interagir comigo. Para tentar contornar esta situação, em alguns momentos tive que reformular as perguntas de modo a facilitar o entendimento dos alunos. Porém, em alguns momentos percebi que não estava sendo muito clara, o que pode ter dificultado ainda mais a interação com os alunos. Por sorte, sempre que necessário a professora supervisora intervia e fazia considerações e esclarecimentos que achava necessários. (Portfólio, aplicação)

Em relação ao desempenho dos alunos, Clara registrou que:

Notei dificuldade dos alunos em relação a características da ciência. Com o objetivo de discutir com os alunos que a ciência é uma produção humana, os questionei se eles achavam que os alimentos transgênicos poderiam surgir naturalmente ou se tinha que haver alguma interferência. Quando eles me responderam que tinha que ter interferência do homem, quis fazer um paralelo com a característica da ciência mencionada. Assim, perguntei para os mesmos se pensando nos transgênicos, por exemplo, eles achavam que na ciência as

coisas estavam prontas na natureza para serem apenas descobertas. Neste momento, acredito que posso não ter me expressado com clareza e foi preciso que a professora intervisse na discussão. Porém, a professora pediu que os alunos dessem exemplos da ciência em seu cotidiano, para auxiliar nesta discussão. Eles demoraram muito para responder, o que me levou a pensar que os mesmos não têm clareza sobre ciência e suas características. Após este episódio, continuamos a discussão a respeito da necessidade de interferência do homem para a transgenia e, pelo que parece, os alunos conseguiram compreender que a ciência é uma produção humana e que o conhecimento não está pronto para apenas ser descoberto.

Apesar da timidez dos alunos e de achar que algumas vezes deixei de explorar coisas importantes, acredito que, por ser minha primeira aula, consegui conduzir bem as discussões. (Portfólio, aplicação)

Tal reflexão mostra que ela conseguiu identificar quais foram os problemas que aconteceram durante a condução da atividade.

Aula 2

Nesta aula, os alunos se reuniram em grupo para realizar a atividade. Durante esse tempo, Clara e a professora supervisora deram suporte aos alunos durante a discussão nos grupos. Após a resolução da atividade, Clara deu início às discussões falando sobre Copérnico, os seus estudos na época e a sua teoria, como evidenciado no diálogo a seguir.

Clara: Eu queria perguntar para vocês o seguinte: o que vocês acham quando temos duas teorias e uma é completamente oposta à outra? Assim, uma fala que a terra gira em torno do sol e a outra fala que o sol que gira em torno da terra. O que acontece quando tem essas duas teorias completamente opostas? Vocês acham que vai ficar as duas ou tem que escolher uma delas? O que vocês acham?

Aluno 7: Tem que ter uma.

Clara: Tem que ter uma?... Quando é assim na ciência pessoal, duas ideias completamente opostas desse tipo, não tem como as duas serem verdadeiras, uma é mais coerente que a outra. Com que base a comunidade científica faz essa escolha?... O que vocês acham que é importante para decidir que uma teoria é mais coerente que a outra? Ou que uma teoria é mais convincente que a outra?

Aluno 7: Estudo.

Clara: E o que tem que ter nesses estudos?

Aluno 7: Prova.

Clara: O que seriam essas provas?

Aluno 7: Aí eu não sei não.

Professora supervisora: Por exemplo, no caso do geocentrismo falaram que o sol girava em torno da terra porque se acreditava nisso de acordo com a

interpretação da bíblia. O contrário foi o que Copérnico pensou, que não era geocêntrico mas era o heliocentrismo.

Clara: Uma coisa que eu esqueci de comentar, é que depois de Copérnico, o Galileu também começou a fazer outros estudos. E aí já tinha a luneta, o telescópio, essas coisas. E ele também apoiava essa ideia de Copérnico. Então ele já tinha mais evidências a esse respeito. No caso do Copérnico o que vocês acham que é importante, se fosse para decidir qual dessas duas teorias era a mais aceita?

Professora supervisora: O que levou Copérnico a pensar isso? Vocês têm ideia?

Aluna 5: Ele estudou.

Professora supervisora: Que tipo de estudo ele fez?

Aluna 5: Observou o movimento da terra, dos astros, do sol. Já que ele era astrônomo, ele observava o movimento dos astros. Talvez por isso ele poderia ter chegado à conclusão de que a terra não seria o centro do universo, que os astros não giravam em torno da terra mas sim a terra seria mais um astro girando, que giraria em torno do sol.

Professora supervisora: O que vocês acham sobre o que ela falou?

Aluno 7: Eu não entendi nada. (risos)

Professora supervisora: Ela está falando que Copérnico era um astrônomo, ele estudava os astros: o sol e os planetas. Ela falou que com os estudos ele chegou à ideia de que não seria o sol que giraria em torno da terra, mas o contrário. Os estudos que ele realizava, as observações que ele tinha com os equipamentos, e as coisas que ele tinha na mão naquela época... Deu para entender?

(Nesse momento a professora supervisora foi questionando os alunos novamente se eles entenderam e a maioria ficou calado ou não soube explicar sobre o que ela tinha dito. Então ela repetiu novamente o que já tinha sido falado anteriormente.)

Professora supervisora: Então vamos falar de novo: Copérnico era um astrônomo, vocês sabem o que é astrônomo?

Aluno 7: Que estuda astrologia.

Professora supervisora: O que seria astrologia?

Aluno 7: Que estuda os ETs.

Professora supervisora: Estuda o universo, foi o que o Aluno 7 falou aqui. As coisas que tem no universo, os planetas, os astros... e quando a gente fala dos astros, a gente está envolvendo tudo. (Novamente ela explica sobre o heliocentrismo e geocentrismo com os mesmos fatos já transcritos anteriormente.)

Professora supervisora: O que a Clara está perguntando é o seguinte: são duas teorias diferentes e com certeza uma era mais convincente que a outra. O que levava uma a ser mais convincente que a outra? O que levava as pessoas a acreditarem mais em uma do que na outra? Aí uns de vocês propuseram que eram os estudos feitos na época que levavam a acreditar mais em uma do que

na outra. Agora esses estudos tinham que trazer alguma coisa para você acreditar mais em uma do que na outra. O que seria isso, com base no texto que vocês leram? (vídeo das aulas, aula 2)

Na sequência, a professora supervisora lembrou a atividade do crânio de Copérnico para mostrar que eles precisavam de evidências para dizer realmente que era o crânio dele. Ela disse que no caso das duas teorias seria a mesma coisa, e que a teoria que tivesse as evidências mais fortes seria a mais convincente. Depois disso ela pediu para Clara continuar as discussões, no que foi prontamente atendida. Após a discussão das questões da atividade, a professora supervisora questionou se eles conseguiam saber que o crânio era realmente de Copérnico e os alunos ficam em dúvida. Uma das coordenadoras (que estava presente naquela aula) finalizou a discussão questionando sobre as evidências que ajudariam a comprovar que o sol é o centro do universo e sobre as evidências fortes sobre essa teoria. Ela retomou a discussão sobre as evidências relacionadas aos transgênicos, pois as próximas atividades seriam fundamentadas a partir das mesmas. No final da aula, a professora supervisora pediu que os alunos fizessem uma pesquisa sobre os transgênicos, indicassem as fontes e a opinião pessoal a respeito do assunto.

Podemos perceber novamente que, à medida que a professora supervisora interferiu nas discussões que Clara estava conduzindo, ela não conseguiu retomar a coordenação das discussões outra vez.

Em suas reflexões no portfólio, Clara relatou as impressões que ela teve sobre a aula:

Percebi que por mais que eu tentasse promover momentos de discussões, não fui bem sucedida, pois os alunos apresentavam muita resistência. Apesar disso, acredito que com o tempo a maioria dos alunos pode se engajar mais nas discussões.

Terminada a atividade, conduzi as discussões com toda turma. Neste momento, busquei falar um pouco sobre Copérnico e, em seguida, pedi cada grupo que respondesse o que responderam em cada questão da atividade. Embora acredite que os alunos conseguiram entender a importância das evidências na Ciência e de terem ocorrido discussões muito boas, sinto que não consegui me expressar muito bem durante estas discussões e julgo fundamentais as intervenções da professora supervisora e da coordenadora em alguns momentos que contribuíram muito para as discussões. Além disso, ao final desta aula pude refletir e percebi que algumas coisas poderiam ser abordadas de outra forma buscando facilitar o entendimento dos alunos.

Nesta aula tínhamos como objetivo que os alunos compreendessem o papel das evidências na Ciência e que algumas evidências são mais confiáveis e que eles avaliassem se as mesmas são realmente capazes de provar o que se propõe. Acredito que esta parte ficou clara para os alunos. Também havia pensado em promover uma discussão a respeito da importância da contribuição na Ciência,

uma vez que para a identificação do Copérnico estiveram envolvidos especialistas de várias áreas. Porém, ao final da aula percebi que me esqueci de discutir a este respeito. Além disso, ao final desta aula pude refletir e percebi que algumas coisas poderiam ser abordadas de outra forma buscando facilitar o entendimento dos alunos. (Portfólio, aplicação)

Apesar de Clara discutir sobre NC nos encontros do PIBID, ela não conseguiu conduzir as discussões na sala de aula. Segundo ela, o grande problema foi que, antes das atividades, ela havia feito um planejamento do que iria discutir mas na aula, quando os alunos ficaram calados, ela não conseguiu abordar discussões que estavam fora do seu planejamento e, dessa forma, ela não conseguiu retomar as discussões. Entretanto, ela relatou que, após a aula, conseguiu perceber o que poderia ter explorado, mas no momento da aula ela não conseguiu porque ficou muito nervosa.

Aula 3

A aula se iniciou com a apresentação das pesquisas feitas pelos alunos solicitada na aula anterior. Alguns estudantes fizeram a leitura do que foi pesquisado e deram as suas opiniões sobre o assunto. Após a leitura da pesquisa, Clara deu prosseguimento à discussão.

Clara: Após a pesquisa, dá para ver que teve gente que achou estudos que falam que é bom e outros que falam que é ruim. Teve gente que achou evidências que falam que é bom e outros acharam evidências de que são ruins. Por que vocês acham que acontece isso?

Aluno 7: Cada um tem uma ideia.

Clara: E o que você acha que influencia essas ideias?

Aluno 7: Cada um estuda para chegar a uma ideia.

Clara: Por que cada um tem uma percepção e um interesse diferente também, não é? Por exemplo, a Monsanto, como eu falei com vocês na primeira aula, é uma empresa multinacional e é a principal produtora de sementes transgênicas. Vocês acham que para a Monsanto é interessante que o público acredite que os transgênicos são bons ou ruins?

Aluna 2: Bom, pois senão não vai vender.

Clara: Então tem um interesse econômico aí. Porque se as pessoas acreditarem que não é bom, elas não vão querer comprar as sementes, não é verdade? Agora, por exemplo, eu não sei se vocês já ouviram falar do Greenpeace, que é uma organização que luta por causas ambientais e a biodiversidade. Vocês já ouviram falar?

(Poucos alunos responderam afirmativamente.)

Clara: Vocês acham que o Greenpeace vai querer convencer as pessoas de que os transgênicos são bons ou ruins?

Alunos: Ruins.

Clara: Então vocês percebem que, de acordo com o interesse das pessoas, as publicações científicas podem ser diferentes? Teve publicação que falava que os transgênicos eram bons e apresentava evidências para isso, mas teve outras que apresentavam evidências mostrando que os transgênicos eram ruins. Então a ciência tem a influência de fatores pessoais, econômicos e políticos, e nas publicações científicas também. Então a gente tem que analisar bem as evidências e ver mesmo o que está coerente.

Cada um também tem uma forma de interpretar os dados. Às vezes, alguém pode interpretar uma evidência de uma forma que possa ser favorável ao uso de transgênicos, mas outras pessoas podem interpretar aquela evidência de outra forma também. Então é por isso que também existem essas diferenças nas publicações. (vídeo das aulas, aula 3)

Este trecho da discussão evidencia uma melhora na discussão sobre NC. Isso pode ter sido favorecido por aquela ter sido a terceira semana de aulas ministradas por ela que, naquele momento, já estava habituada aos alunos e às aulas.

A melhora das aulas também é citada nas reflexões de Clara presentes em seu portfólio:

Conduzi uma discussão a respeito de como os interesses políticos e econômicos podem influenciar a ciência e as publicações científicas, dando o exemplo da Monsanto e do Greenpeace. A meu ver, embora rápida, a discussão foi bem produtiva, uma vez que os alunos pareceram ter compreendido esta característica da ciência. Além disso, os alunos estavam menos tímidos, contribuindo mais durante as discussões. A participação dos alunos foi muito importante para me dar um pouco mais de segurança, pois nas aulas anteriores estava me sentindo um pouco insegura e com medo de não estar me expressando bem e de que os alunos não estivessem me entendendo. (Portfólio, aplicação)

Aula 6

Nesta aula seria realizado o júri simulado. Antes de iniciar a atividade, Clara verificou quais seriam os argumentos selecionados pelo grupo de defesa¹². A partir daí, ela discutiu sobre ciência através dos argumentos construídos pelos alunos.

Clara: Vocês falaram também da economia, vocês acham que a economia tem influência na ciência? Qual seria o benefício?

Aluna 5: Porque se vai aumentar a produção, vai afetar o setor da economia porque vai precisar de mais mão de obra.

¹² A outra pesquisadora que acompanhava os trabalhos fez a mesma coisa com o grupo de acusação.

Clara: *Tem a questão social aí também, né? Porque vocês falaram sobre o emprego e a mão de obra, o comércio também...*

Professora supervisora: Estamos pensando nas pesquisas sobre transgênicos e eu queria saber quem faz essas pesquisas?

Aluna 4: Os cientistas.

Professora supervisora: Pensando no que vocês tinham falado sobre a economia, vocês acham que os cientistas fazem pesquisa sem financiamento?

Alunos: Não!

Professora supervisora: E para que vocês acham que ele precisa desse financiamento?

Alunos: Para pagar a pesquisa.

Aluna 5: Para comprar os materiais que eles vão utilizar na pesquisa.

Professora supervisora: Então a pesquisa é influenciada pela economia, não é? A Clara tinha falado do social. Quando eu falo no social, estou relacionando a pessoas. Vocês acham que essas pessoas que não são cientistas fazem parte desse processo?

Alunos: Sim, para ajudar.

Professora supervisora: Ajudar como?

Aluna 5: Porque eles vão precisar de mão de obra, vai aumentar o emprego.

Professora supervisora: Vocês acham que eles fazem essas pesquisas com que objetivo?

Aluna 1: Pelo lucro.

Aluno 7: Para ajudar.

Professora supervisora: Ajudar em que sentido?

Aluno 7: Para melhorar a vida das pessoas. Os alimentos iriam ficar mais baratos pois seriam produzidos em maior quantidade e melhor qualidade.

Professora supervisora: E esse lucro, o que você está querendo dizer com isso?

Aluno 8: Com os transgênicos o produtor vai produzir mais e vender mais barato. Aí todo mundo vai comprar e ele vai ter lucro.

(...)

Professora supervisora: Vocês acham que tem algum cientista aqui?

Aluno 7: Vocês são cientistas, não?

Professora supervisora: O que define cientista?

Aluno 7: Cientista é estudar.

Professora supervisora: Só isso? Se for assim todo mundo é cientista.

Aluno 7: Cientista é estudar profundamente alguma coisa.

Clara: *Para ser cientista tem que estudar onde?*

Aluno 7: Na faculdade.

Clara: *E depois?*

Aluno 7: Ele vai formar e trabalhar no laboratório.

Professora supervisora: O Dalton era cientista e não trabalhava no laboratório, ele era meteorologista...

(A aula foi interrompida para avisos da escola e depois essa discussão não foi retomada.)

Clara: *No caso dos transgênicos, por exemplo, que tipo de cientista participa da criação dos transgênicos? O processo se chama biotecnologia. Seria só um cientista que estuda Biologia que participa da produção, ou tem de outras áreas também?*

Aluno 7: Vai ter que ter outros técnicos.

Aluna 5: Vai ter geólogo, pois vai mexer com a plantação.

Professora supervisora: Vocês viram no texto que foram feitos apenas três testes antes dos transgênicos começarem a ir para o mercado. Vocês acham que só os testes que foram feitos foram suficientes?

Aluno 8: Um teste já estaria bom. Se eu vi que deu certo, então já está bom.

Professora supervisora: E se fosse remédio, teria que fazer outros testes?

Aluna 5: Se o teste for bem feito, três como foi o caso dos transgênicos está bom.

Aluno 8: Se der todos os resultados positivos não precisa fazer mais testes.

Clara: *E para produzir os transgênicos, vocês acham que qualquer pessoa que quiser pode produzir e mandar para o mercado?*

Aluno 6: O cientista deve fazer algum projeto para convencer alguém.

Aluna 5: Ele tem que convencer.

Professora supervisora: Convencer de que aquilo que ele está propondo é bom?

Aluna 5: Sim.

Clara: *E como ele faz isso?*

Aluna 5: Tem que mostrar evidências, mostrar que o estudo dele realmente comprova o que ele tá propondo.

Aluno 6: Tem que dialogar.

Professora supervisora: Vocês acham que antes de ir para o mercado os transgênicos passam por alguma avaliação?

Aluno 8: Passa por testes para ver se pode consumir.

Professora supervisora: Com o teste ele obtém o quê?

Aluno 7: Respostas.

Aluno 6: Quem ele está comprovado cientificamente.

Professora supervisora: Se estiver escrito isso para vocês já é suficiente? Vocês não iriam querer saber que tipo de teste foi esse?

Aluno 7: Não, o que não mata engorda.

Aluna 7: Para mim não, eu não sei nem se foi feito teste mesmo. (vídeo das aulas, aula 6)

Como o objetivo principal daquela aula era a realização do júri, as discussões não prosseguiram.

Preparação da aula 7

Após o júri simulado e a avaliação dos argumentos apresentados para o veredito do júri, Clara organizou a apresentação dos resultados e definiu como e quais aspectos de NC seriam discutidos na aula. Nesse planejamento, ela foi auxiliada por uma das pesquisadoras.

Inicialmente, a pesquisadora perguntou para Clara como ela estava pensando em discutir sobre NC com os alunos. Ela explicou que estava pensando em discutir esses aspectos a partir dos argumentos dos alunos, e que após a apresentação das evidências e justificativas de cada afirmativa que os alunos utilizaram, ela identificaria a qual aspecto de NC a afirmativa se relacionava. Entretanto, ela ainda não sabia como iria fazer para favorecer a discussão sobre o assunto. A pesquisadora sugeriu que ela questionasse os alunos sobre o que eles pensavam sobre aquela afirmativa e, a partir daí, ela poderia relacioná-las com a ciência, o que poderia favorecer a discussão do assunto.

Clara: Eu acho que eu vou fazer desse jeito mesmo.

Pesquisadora: Então você vai ter que selecionar quais afirmativas você acha que seriam interessantes para a discussão.

Clara: Olha, na acusação eu pensei primeiro nessa primeira afirmativa: "As empresas que produzem transgênicos querem se apropriar dos recursos naturais porque o uso dos transgênicos poderiam causar doenças aos seres humanos." para mostrar que a justificativa não está de acordo com a afirmativa e falar que a gente não considerou por isso. Agora eu não sei como eu iria discutir esse aspecto social, porque como não tem nexos, fica estranha a discussão, né?

Pesquisadora: Acho que sim.

Clara: Talvez se pegasse essa segunda: "Muitas empresas não rotulam as suas embalagens conforme a norma nº 3865"... Aí dá para discutir a política, né?

Pesquisadora: Sim, e você pode dizer também que a norma não é uma evidência, por isso não foi considerado.

Clara: *Então eu vou selecionar esse. Outro que eu pensei em usar é esse: “O uso dos transgênicos não é seguro, pois nos testes com animais constatou-se alterações nos seus órgãos. Além disso, os estudos de campo foram feitos por dois anos e apenas em três localidades, sendo que a lei condiciona testes em todas as regiões onde a planta poderia vir a ser cultivada.” Nesse caso, o argumento tem evidência e justificativa forte. Aí eu vou mostrar a diferença desse com o argumento anterior, mostrando para eles o que fez ele ficar forte.*

E dá para discutir sobre natureza da ciência. Porque igual ao que eles falam aqui, que os estudos foram feitos por dois anos em três localidades... De repente eu posso perguntar se eles acham que isso é importante e porque eles acham isso. Aí eu já discuto, por exemplo, a importância de se considerar as variáveis que tem que ser consideradas. Aí tem a questão política também, eu acho.

Pesquisadora: O político eu já não sei, acho que não, mas as normas e produção da ciência podem ser bem exploradas. Eu acho que quando você for discutir sobre natureza da ciência, você deveria explorar o máximo possível o que eles pensam, porque eles ficam muito calados e, se você começar a discutir sem explorar as ideias deles, você vai falar sozinha, não vai ter interação nenhuma.

Clara: *É, eu posso perguntar para eles porque eles acharam importante trazer esses dados para eles falarem porque não era para ser financiada a pesquisa.*

Pesquisadora: Seria interessante.

Clara: *Agora, uma outra que eu pensei foi a afirmativa “Os alimentos transgênicos possuem altos riscos à saúde, enormes consequências ao meio ambiente e problemas sociais.”. Porque eles apresentaram uma informação incoerente, porque eles não possuem riscos à saúde, eles podem causar algum risco, mas a gente não pode afirmar. Sobre natureza da ciência, nesse caso eu pretendo discutir com eles como ciência influencia a sociedade e vice-versa.*

Agora no grupo da defesa, eu acho que essa parte inicial aí que eles apresentam sobre o surgimento dos transgênicos, eu acho que a gente poderia falar dos aspectos históricos, né? Falar que a produção do conhecimento científico não é uma coisa imediata, que demanda tempo e tal.

Pesquisadora: Acho que você pode falar sobre a evolução do conhecimento, e nessa parte eu acho que é importante você discutir também que o conhecimento é provisório, porque ela começa falando de bactéria e depois do DNA e que isso foi evoluindo, acho que você pode explorar isso.

Clara: *Sim. Aí depois eu pensei em usar essa afirmativa aqui: “O Brasil é um dos países que mais consomem agrotóxicos. Portanto, trazer produtos transgênicos seria uma coisa boa e uma vantagem principalmente para o Brasil, pois esse tipo de produto não precisa utilizar o agrotóxico.”. Porque nesse caso tem evidência, justificativa e tem inferência também.*

Pesquisadora: Ele tem a evidência forte, mas a justificativa é fraca. Seria interessante você mostrar o porquê. Aí você explica porque ele é fraco.

Clara: *Na verdade, a justificativa é incoerente. Porque eles falam que não precisa de agrotóxicos e na verdade precisa sim. E sobre natureza da ciência, nesse caso eu discutiria sobre economia.*

Pesquisadora: Você acha que essa afirmativa seria interessante para discutir sobre economia?

Clara: Não sei, é que para relacionar com a ciência... eu não sei se essa parte da economia tá boa, porque fala tipo da economia do Brasil.

Pesquisadora: Pois é. Eu acho que o problema é que você vai discutir sobre economia de uma coisa que não é correta, porque eles precisam usar o agrotóxico.

Clara: É, talvez a gente use essa afirmativa para falar da justificativa e afirmativa, mas para falar sobre natureza da ciência, a gente poderia trazer essa afirmativa aqui: "Comparando a agricultura transgênica e a convencional, vemos que a agricultura convencional usa o agrotóxico porque precisa combater as pragas, pois se não utilizarem um remédio para combater, as pragas consomem até 40% da produção e isso causa mais prejuízo do que lucro. Então sendo transgênico ou não, a agricultura vai utilizar recursos para combater praga." Nessa parte dá para falar sobre a economia.

Pesquisadora: É você pode falar de uma forma geral da obtenção de lucro com o conhecimento científico. Acho que aqui você pode retomar também as ideias que os estudantes apresentaram naquele primeiro questionário antes da aplicação das atividades. Porque eu lembro que as ideias eram muito simplistas, e aqui dá para ver que não é bem assim.

Clara: E sabe o que dá para discutir também? Você falou aí e eu lembrei que muita gente no começo tinha desenhado o cientista só lá no laboratório. No caso que fala dos testes em outras localidades, a gente pode discutir isso com eles, que o cientista não fica só no laboratório.

Pesquisadora: É, seria interessante.

Clara: Ah! A gente poderia fazer o mesmo que a coordenadora fez com a gente no PIBID. Na hora do lanche a gente poderia perguntar se eles prestaram atenção nos rótulos e se isso influenciou na hora que eles comeram.

Pesquisadora: Seria legal. Acho que eles não vão olhar não, mas se acontecer, a discussão seria interessante. Talvez seria legal levar as mesmas coisas que você levou da última vez, talvez isso faça com que eles olhem.

Clara: É mesmo. Agora outra afirmativa que eu pensei em colocar é essa aqui: "Na área da economia, os transgênicos gerariam lucro, pois aumentariam a produção e com isso teria mais produtos. Além disso, geraria empregos, pois se aumentamos a produção precisará de mais pessoas trabalhando, não só na área da agricultura mas também na indústria. Vai aumentar o número de máquinas utilizadas nas fábricas e essas máquinas precisam de pessoas para manuseá-las e para consertá-las. Na área do transporte também, pois é preciso transportar os produtos, uma vez que se aumentar a produção aumenta também o transporte e o número de veículos. Então vai gerar mais empregos, vai ter mais produtos no mercado, os países vão ter mais opções, pois vai ter mais empresas trabalhando com transgênicos e os países terão mais opção de compra, por exemplo exportar de empresas de outros países já que eles vão ter mais opções." Nesse caso dá para falar sobre a obtenção de lucro com o conhecimento.

Pesquisadora: Tem a parte social também.

Clara: *Tem a parte social e dá para ser bem discutida também porque eles falam que vai aumentar o emprego, vai aumentar a quantidade de máquina e vai precisar de mais pessoas. Isso eu acho que fica nítido como o conhecimento científico influenciou na sociedade. Mas eu não sei, será que deixa aquela afirmativa anterior? Porque aqui eu falo da obtenção do lucro...*

Pesquisadora: Se você vai discutir aqui, acho que você pode tirar, porque aí você ganha tempo.

Clara: *Tá, acho que fica melhor também. A próxima afirmativa, eu pensei em trazer uma com justificativa fraca, porque eu não mostrei nenhum ainda seria essa aqui: "Na área medicinal, a transgenia promete trazer remédios transgênicos que são mais eficazes que os convencionais."*

Pesquisadora: Acho que você poderia colocar essa e a outra afirmativa que vem em seguida: "Na questão da alimentação, por exemplo, temos carnes suínas com menos colesterol. Isso é uma vantagem, pois tem pessoas que gostam de consumir carne suína mas não consomem por causa do alto colesterol." Porque aí você consegue mostrar a diferença entre as duas afirmativas.

Aí sobre natureza da ciência, você tá vendo que dá para discutir tanto a influência em várias áreas quanto o bem social?

Clara: *Sim, porque ele impacta na medicina por exemplo e, ao mesmo tempo, ele influencia a sociedade de certa forma. Porque influenciando a medicina, ele também influencia as pessoas.*

Pesquisadora: Você pode falar do colesterol também, que é um bem para as pessoas.

Clara: *No próximo aqui ela só fica falando que transgênico é para o futuro e isso é muito discutido na réplica. Então eu não vou falar sobre isso agora. Aí essa parte inicial acabou, agora tem a réplica. Nessa parte tá difícil porque eles ficaram muito na opinião. (áudio das discussões para a preparação da aula)*

Em relação à parte da réplica, Clara decidiu apresentar quais momentos os grupos de acusação e defesa tentaram refutar os argumentos e identificar em quais momentos eles obtiveram sucesso nessas tentativas. Seriam apresentados também argumentos que estavam presentes no texto que poderiam ter sido utilizados para refutar as afirmativas.

Seguindo as discussões, Clara examinou as refutações apresentadas pelo grupo de acusação:

Clara: *Nessa refutação, a acusação fala assim: "Como vocês aprovam que os transgênicos irão fazer bem ao seres humanos, se foram feitos somente dois anos de pesquisa?", tentando refutar a afirmativa da defesa "os transgênicos surgiram para beneficiar o homem". Aí a defesa, para se defender, fala assim: "Como as pesquisas sobre transgênicos envolvem várias áreas, ainda elas estão no papel." Aqui o grupo de acusação consegue refutar a defesa, né?*

Pesquisadora: Sim.

Clara: *Nessas afirmativas eu acho que daria para discutir sobre natureza da ciência.*

Pesquisadora: É, eu estou vendo aqui. Isso que eles falaram dos dois anos de pesquisa, tanto fortalece o argumento deles quanto mostra que a ciência não é uma coisa imediata. Você vai colocar esses argumentos?

Clara: *Acho que sim. Aqui é importante porque traz uma inferência incoerente pois os transgênicos não estão só no papel, porque já tem produto no mercado. Então a gente tem que discutir isso com eles. (áudio das discussões para a preparação da aula)*

No resto do planejamento, Clara continuou analisando as evidências e as justificativas apresentadas pelos alunos e quais poderiam ser utilizadas na aula. Entretanto, os aspectos de NC que estavam presentes nos argumentos já haviam sido discutidos nos argumentos iniciais. Dessa forma, ficou decidido que Clara retomaria a discussão dos aspectos novamente caso eles não tivessem ficado claros na apresentação inicial.

A preparação da aula mostrou que Clara conseguiu selecionar argumentos a partir dos quais era possível discutir sobre NC. Além disso, as maneiras que ela propôs para discutir sobre o assunto evidenciam o entendimento que ela possuía sobre o mesmo e o conhecimento de aspectos que poderiam favorecer as discussões sobre NC, aspectos que eram de grande dificuldade para ela durante o planejamento das atividades iniciais.

Aula 7

Nesta aula, Clara apresentou os argumentos e justificativas utilizados pelos grupos no júri simulado e, a partir daí, pontuou em vários momentos questões sobre ciência presentes na fala dos alunos.

1º momento: Discussão sobre o argumento “Muitas empresas não rotulam as suas embalagens conforme a norma nº 3865”.

Clara: *Apesar de vocês não trazerem evidências e justificativas, a base da argumentação foi muito legal por que tem relação com a política, porque vocês falaram uma norma. Vocês acham que, de alguma forma, essa norma pode influenciar o conhecimento científico, as leis?*

(Os alunos ficam calados)

Clara: *Olha só, na afirmativa está assim: muitas empresas não rotulam as suas embalagens conforme a lei 3865. Vocês acham que as leis, as normas, elas influenciam no conhecimento científico? Por essa afirmativa aqui, o que vocês acham?*

Aluno 7: Pode.

Clara: *Por quê?*

Aluno 7: Por que eles têm que seguir a norma.

Clara: *Se tem a lei, então eles têm que cumprir, né? E a lei é feita por quem?*

Aluno 7: Os deputados.

Clara: *Deputado, os políticos em geral. Então vocês conseguem perceber que a política também influencia a ciência? Por que se não tivesse essa lei, as empresas não iriam precisar de rotular. Aí ia ter um monte de produtos no mercado e a gente não iria nem saber também.* (vídeos das aulas, aula 7)

2º momento: Retomada das ideias prévias apresentadas pelos alunos no questionário inicial.

Clara: *Vocês se lembram no início quando a gente pediu que vocês desenhassem sobre a vida dos cientistas e respondessem o questionário? Muitas pessoas pensavam que a ciência era feita só no laboratório, que os cientistas ficavam lá no laboratório e aí descobriam as coisas. Vocês ainda acham que é assim?*

Alunos: Não.

Clara: *Por quê?*

Aluna 3: Por que o cientista tem que ter contato com aquilo que ele está pesquisando para poder descobrir novas coisas.

Clara: *No caso dos transgênicos por exemplo, você acha que as pesquisas com os transgênicos eram feitas só no laboratório, o cientista ficava só no laboratório pesquisando ou tem que ter pesquisas em outros lugares?*

Aluna 5: Tem que ter em outros lugares.

Clara: *Vocês trouxeram exatamente isso: que foram feitas pesquisas de campo. O que são essas pesquisas de campo? É justamente plantar as sementes transgênicas nos lugares onde elas seriam cultivadas. Então só aí já não era só no laboratório, não é? Já estava nos campos. Mas, por que tem que fazer isso? Para ver como essas plantas se comportam nas outras localidades, para ver se tem fatores que influenciam essas plantas. Daí a gente pode tirar isso como lição: na ciência o conhecimento científico não é produzido só em laboratório. Claro que existem coisas que devem ser feitas no laboratório mesmo, mas nem todas. No caso dos transgênicos, não tem como ficar só no laboratório. A gente viu que tem que investigar os impactos no meio ambiente e em vários aspectos.* (vídeos das aulas, aula 7)

3º momento: Discussão sobre o argumento “Os alimentos transgênicos possuem altos riscos à saúde, enormes consequências ao meio ambiente e problemas sociais.”

Clara: *Nesse argumento, vocês trouxeram duas características importantes da ciência: o fator ambiental, de que a ciência pode impactar o meio ambiente porque os transgênicos são um produto da ciência. Então se ele pode causar riscos ao meio ambiente, a ciência também pode impactar o meio ambiente.*

Outra coisa foi o social, como a ciência pode influenciar a sociedade nesse caso. O que vocês acham?

Aluna 9: Vai diminuir a renda dos agricultores menores.

Clara: *Diminuir a renda é um fator que impacta diretamente a sociedade, influenciando a vida daqueles trabalhadores.*

E nessa afirmativa de que “os alimentos transgênicos possuem altos riscos à saúde, enormes riscos ao meio ambiente e fatores sociais”. Qual seria a influência da ciência aí?

Aluna 9: Porque altera o DNA da planta.

Clara: *Altera, isso é a transgenia, que altera o DNA do alimento. Por isso ele é diferente do alimento natural. Então pessoal, nesse caso a transgenia pode influenciar porque se ela vai causar riscos à saúde, ela está influenciando diretamente as pessoas. Se ela causa consequências ao meio ambiente, também está influenciando as pessoas indiretamente. Então a ciência tem influência também nesses fatores sociais. (vídeos das aulas, aula 7)*

4º momento: Discussão sobre o argumento: “O deputado Luiz Carlos Henrique diz que não se deve rotular, pois ele é a favor dos transgênicos, uma vez que eles querem vender esses produtos que podem trazer danos à saúde. No entanto, o consumidor tem direito de saber o que ele está consumindo.”

Nessa afirmativa, além de vocês trazerem o fator político que a gente já tinha discutido, vocês trouxeram outro aspecto que é o da ética. Porque se você não está rotulando, você está tirando o direito da pessoa de saber o que ela está consumindo. Então tem uma falta de ética envolvida.

5º momento: Discussão sobre o argumento: “A transgenia surgiu para beneficiar o homem.”

Clara: *O grupo da defesa disse que os transgênicos surgiram para beneficiar o ser humano. Aí eu queria saber: a transgenia surgiu somente com esse objetivo mesmo de beneficiar? É só isso?*

Aluno 5: Vai beneficiar o homem em vários aspectos como social, econômico.

Clara: *Mas é só para beneficiar?*

Aluno 5: Não, depende de como o homem vai usar, mas o objetivo era esse.

Clara: *Depende do homem, né? Porque pode ter o conhecimento que você pode usar para fazer alguma coisa que alguns acham que é bom e alguns acham que é ruim. Mas o conhecimento mesmo, ele não tem isso. Ele ser para o bem ou ele ser para o mal depende do uso que ser humano vai fazer dele. (vídeos das aulas, aula 7)*

5º momento: Nesse momento, Clara deu prosseguimento à discussão das afirmativas apresentadas durante o júri simulado. No início, ela continuou discutindo a influência do homem na ciência.

Um cientista chamado Fritz Haber conseguiu, com a colaboração de outros cientistas, sintetizar a amônia em grande escala. E isso era difícil porque dependia de muitos fatores como temperatura e pressão. E a amônia foi utilizada tanto para fertilizantes para o solo, para aumentar a produtividade dos alimentos, quanto para a fabricação de explosivos. Então vocês percebem, nesse caso o conhecimento foi a síntese da amônia em grande escala, mas ela foi usada tanto para aumentar a produtividade dos alimentos, pois a amônia foi utilizada nos fertilizantes, mas também foi utilizada como explosivos na primeira guerra mundial. (vídeos das aulas, aula 7)

6º momento: Discussão sobre o argumento: “Comparando a agricultura transgênica e a convencional, vemos que a agricultura convencional usa o agrotóxico porque precisa combater as pragas pois se não utilizarem um remédio para combater, as pragas consomem até 40% da produção e isso causa mais prejuízo do que lucro. Então, sendo transgênico ou não a agricultura vai utilizar recursos para combater pragas.”

Clara: Nessa afirmativa vocês trouxeram o aspecto econômico. Como a transgenia pode influenciar na economia?

Aluno 9: Vai ficar mais caro os alimentos transgênicos.

Pesquisadora: *Aí tá influenciando o que? O que ela pode gerar para as pessoas?*

Aluno 2: Impacto social.

Aluno 5: Emprego.

Pesquisadora: Isso é uma forma de gerar lucro com esse conhecimento?

Aluno 8: Sim.

Pesquisadora: O que mais?

Aluno 5: Se aumentar a produção, vai ter mais alimento. Aí eles vão poder vender esses alimentos por um preço mais acessível, pois terão maior quantidade de alimentos. Isso ajuda bastante. Quando o alimento está escasso, aumenta o preço e isso aumenta a crise e causa uma série de problemas.

Pesquisadora: Se tem uma maior produção de transgênico vai ter um lucro maior. Então está tendo uma obtenção de lucro através do conhecimento, vocês não acham?

(Os alunos concordam.) (vídeos das aulas, aula 7)

7º momento: Clara promoveu uma discussão sobre patentes.

Clara: Vocês se lembram quando a gente discutiu que as empresas que produzem sementes transgênicas patentearam esse conhecimento? O que é patentear? Vocês sabem?

Alunos: Não.

Clara: É o seguinte: as empresas que produzem transgênicos tem aquele conhecimento de como faz a transgenia. Como elas têm esses conhecimentos,

elas vão lá e fazem a patente. E quando elas fazem isso, toda pessoa que for comprar os alimentos transgênicos, além de comprar tem que pagar uma certa quantia para esses produtores por estarem utilizando essas sementes, por que eles patentearam essas sementes transgênicas. Então isso é uma outra forma deles estarem tendo lucro com isso com o conhecimento.

Professora supervisora: Tipo assim, esse conhecimento é meu, se você quiser você vai ter que pagar por ele. Eles cobram para você ter acesso a esse tipo de produto que eles desenvolveram.

Aluno 1: É igual cantor.

Pesquisadora: Isso. (vídeos das aulas, aula 7)

8º momento: Continuou a discussão sobre a questão econômica em termos dos benefícios da produção de transgênicos gerando mais empregos.

Além da economia, tem o fator social. Porque se gera emprego, não é só o fator do dinheiro, tem a questão social porque as pessoas precisam de um emprego e sobrevive mais quem tem um emprego. Então tem essa questão social também.

9º momento: Discussão do argumento: “Na área medicinal, a transgenia promete trazer remédios transgênicos que são mais eficazes que os convencionais.”

Clara: *Aqui nessa afirmativa vocês trouxeram uma coisa muito importante que é a influência da transgenia para outras áreas. Quais seriam essas outras áreas?*

Aluno 6: Medicinal?

Clara: *É uma delas.*

Alunos: Saúde, estética, setor têxtil, as áreas todas podem ser influenciadas.

Pesquisadora: Tem várias áreas, muitas vezes vocês colocavam que a ciência estava relacionada só com medicina. Mas a ciência é geografia, física, tudo que vocês estudam aqui é ciência, química, biologia todas essas áreas são parte da ciência.

Clara: *Aí vocês perceberam como um conhecimento pode influenciar em várias áreas? Porque a transgenia pode influenciar em todas essas áreas. Então o conhecimento não influencia só em uma área; ele influencia em diversas áreas.* (vídeos das aulas, aula 7)

10º momento: A partir desse momento, Clara apresentou as afirmativas da réplica, discutindo os pontos principais sobre ciência. Inicialmente, o grupo de acusação apresentou o argumento de que teria que seria necessário fazer pesquisas que procurassem investigar alternativas para substituir os transgênicos. Clara questionou se só existiam transgênicos no mercado e completou seu raciocínio dizendo: *Até porque, a ciência também não pesquisa uma coisa de cada vez. Tem várias coisas que são pesquisadas ao mesmo tempo.*

11º momento: Discussão do argumento da réplica: “Como vocês podem afirmar que os transgênicos irão fazer bem aos seres humanos, se só foram feitos dois anos de pesquisa?”

Clara: *Vocês acham que dois anos de pesquisa é tempo suficiente para afirmar se é bom ou não?*

Alunos: Não.

Clara: *Por quê?*

Aluno 9: Por que deveria ter sido desenvolvida pesquisa em todas as áreas e não somente em algumas.

Clara: *Tem um monte de fatores que a gente tem que considerar. Igual a gente viu: o conhecimento influencia várias áreas. Então, se influencia várias áreas, as pesquisas devem ser realizadas em todas essas áreas que podem ser influenciadas, não é?*

Professora supervisora: No início do júri teve um grupo que falou que a pesquisa sobre transgênicos com três ratos era o suficiente e outro grupo que falou que não. O que vocês acham?

Aluno 1: Quanto mais quantidade, melhor para novas descobertas.

Professora supervisora: Teve uma coisa que falou no jornal hoje que é atual: até hoje ainda não se descobriu uma forma de se combater dengue, uma vacina e nada disso. Hoje no jornal passou que estavam produzindo uma vacina e provavelmente essa vacina estava curando os ratos com dengue e que agora as pesquisas iriam começar os testes com macacos. O que vocês acham disso? É necessário fazer outros testes? Todo mundo tem que tomar vacina não é? Vocês acham que se a vacina for testada apenas em um rato é suficiente?

Alunos: Não.

Professora supervisora: Então esses testes passam por um processo para ser mais confiáveis. Primeiro testa nos ratos e depois nos macacos, por possuírem o organismo mais próximo dos humanos.

Aluno: Por que não testa no macaco de uma vez?

(Neste momento, a bateria da filmadora acabou. No diálogo que se seguiu, Clara explicou a eles sobre ética na pesquisa. O diálogo a seguir foi registrado após a troca da bateria da filmadora.)

Professora supervisora: Vocês perguntaram porque não fazer os testes nos ratos de esgoto, não é? O problema é que você não sabe o que tem aquele rato do esgoto, ele pode ter alguma doença. Já os ratos de laboratório, tem um acompanhamento desde o nascimento, tem que ser um processo controlado.

Aluno 1: Mas é sempre o mesmo rato, ou vai trocando?

Professora supervisora: Vai fazendo com vários ratos.

Aluno 1: E os outros que foram testados?

Professora supervisora: Acabam sendo sacrificados.

Aluno 1: Que sacanagem! (vídeos das aulas, aula 7)

Devido ao tempo, Clara deu prosseguimento à discussão dos argumentos e apresentou o veredito do júri. Sobre o veredito do júri, Clara relatou que:

A participação das pesquisadoras e da professora supervisora foram muito importantes durante estas discussões, pois em alguns momentos acredito que não consegui me expressar muito bem. Além disso, nesta aula estava muito nervosa, pois parecia que os alunos estavam dispersos e não prestavam atenção. Isto pode estar relacionado ao fato que eles seriam liberados (como os outros alunos) devido à falta de água na escola e tiveram que ficar. Além disso, acredito que eram muitas informações.

Embora, não tenha me expressado tão bem em alguns momentos, acredito que os alunos conseguiram entender a necessidade de utilizar evidências e justificativas nos argumentos, bem como as diferentes características de Natureza da Ciência. Acredito que todo este processo foi muito interessante, tanto pra mim, que pude refletir mais sobre os temas trabalhados e minha própria prática docente, quanto para os alunos que puderam ter uma visão mais ampla sobre Ciência e sobre a argumentação. Ao olhar rapidamente os questionários que a pesquisadora aplicou após o veredito, parece que alguns alunos apresentaram visões mais amplas e coerentes da Ciência do que apresentavam inicialmente, o que me deixou satisfeita. (Portfólio, aplicação)

Podemos verificar que houve uma evolução na condução das atividades por parte de Clara. Isto foi relatado por ela própria para a pesquisadora e em seu portfólio. Ela afirmou que acreditava que aquela evolução tinha acontecido devido: (i) às reflexões que ela fazia sobre o que ela poderia discutir e como ela poderia conduzir as discussões antes das atividades; e (ii) às reflexões sobre o do que tinha “dado errado” (conduzidas após a atividade) e sobre o que ela poderia ter feito para contornar os problemas. Entretanto, ela também relatou que, apesar de já ter melhorado muito, ainda tinha uma grande dificuldade em saber o que ela poderia perguntar para favorecer a discussão.

Semanas finais (troca de experiências)

Na reunião na qual aconteceu o fechamento das atividades, as coordenadoras solicitaram que os grupos relatassem as experiências finais em sala. Nas cinco reuniões anteriores, os grupos sempre tiveram que fazer relatos sobre os planejamentos e a aplicação das atividades da semana.

Em uma dessas reuniões anteriores, Clara explicou o que aconteceu na primeira aula.

A gente serviu o lanche e, depois que eles lancharam, a gente chamou a atenção deles para os símbolos que estavam na embalagem dos lanches. Aí a gente perguntou se eles já tinham visto aquele símbolo em algum lugar, se eles sabiam

o que significava aquele símbolo. E aí eles falaram que não conheciam e que não sabiam o que era transgênico também.

Então a gente passou os vídeos e, depois que a gente passou o primeiro, a gente perguntou o que eram os alimentos transgênicos. No começo foi difícil, porque eles estavam muito tímidos. Então eu perguntava e eles não respondiam. Mas depois eles começaram a interagir mais. Mesmo assim eles não falaram o que era transgênico e eu tive que perguntar se era uma coisa artificial ou se tinha na natureza. Eles falaram que não, que tinha que ter intervenção do homem. Aí eu expliquei para eles o que era mesmo transgênico e a diferença dele para os organismos geneticamente modificados.

Depois a gente passou o segundo vídeo e perguntou para eles se fazia diferença na hora de consumir um produto que tivesse a rotulagem. A maioria deles disse que era importante, mas não fazia diferença pois eles iam consumir os produtos de qualquer jeito.

O problema da turma é que eles são muito tímidos e era muito difícil para eles responderem o que a gente perguntava.

No último encontro, Clara relatou de forma geral os acontecimentos e impressões sobre a aplicação das atividades.

Eu achei que a experiência foi interessante tanto para mim quanto para os alunos. Porque inicialmente eles tinham uma visão muito distorcida da ciência e do cientista. E também eles não tinham essa noção de argumentar, de que é importante por exemplo você trazer evidências, você justificar aquilo que você está falando. Eles não tinham tanto essa noção. Tanto é que às vezes a gente falava alguma coisa e eles falavam que acreditam porque a professora tinha dito e que como ela tinha estudado, sabia mais.

Eles não tinham noção também do que eram os transgênicos. A partir das discussões, eles conseguiram compreender melhor. E durante essas discussões, eu senti um pouco de dificuldade. Primeiro porque a turma era um pouco tímida e eu achava que algumas vezes eu não conseguia interagir tão bem com a turma. Mas eu acho que também não foi só por causa deles. Eu acho que muitas vezes eu não sabia fazer questionamentos tão claros para que eles pudessem compreender bem o que eu estava querendo saber. Então eu acho que teve um pouco disso também. Apesar disso, eu acho que deu para discutir algumas características da ciência ao longo do processo mesmo e depois, no momento de dar a decisão do júri, também deu para discutir outras características.

Quando os meninos foram elaborar os argumentos em sala, eles tiveram bastante dificuldade. A gente já tinha discutido na atividade do crânio de Copérnico a importância das evidências e tal. Só que eles tiveram bastante dificuldade no primeiro dia para elaborar os argumentos, o que é plausível porque realmente é difícil mesmo separar as evidências das justificativas. Aí a gente teve que assessorar bem eles. Inclusive, até eu tive um pouco de dificuldade em alguns casos. Aí eu perguntava para a pesquisadora e para a professora supervisora o que elas achavam que poderia ajudar. Então nesse primeiro dia a gente teve que auxiliar bastante, mas eles conseguiram elaborar

os argumentos. O grupo de acusação teve um pouco mais de dificuldade, mas ainda assim eles conseguiram elaborar os argumentos.

Na outra aula de elaboração dos argumentos, a gente deixou eles mais livres para eles mesmos criarem os argumentos, separar as evidências e justificativas e tal. No dia do júri, antes do júri, teve um momento deles se reunirem nos grupos, para a gente discutir com eles um pouco das características de natureza da ciência que eles apresentaram ali naqueles argumentos. Então a gente questionava o que eles achavam e, surgiram coisas interessantes como, por exemplo, a questão de testes na pesquisa, a influência de várias áreas na ciência também, a questão da influência dos interesses pessoais dos cientistas na produção do conhecimento. Então deu para discutir bastante coisa nesse momento também.

O que a gente percebeu também é que, quando eu li o texto que o grupo ia entregar para a professora, o grupo da defesa por exemplo, não tinha colocado no texto todos os argumentos com as evidências e justificativas que eles haviam elaborado na sala. Eles só montaram o texto, mas não levaram em consideração isso que eles tinham feito. O grupo da acusação também fez a mesma coisa.

Nesse momento, a pesquisadora ressaltou que o problema dos estudantes era na redação, que eles tiveram muita dificuldade de construir e organizar o texto. Clara prosseguiu:

Só retomando aqui uma coisa que eu não expliquei, é que teve a discussão das características de natureza da ciência nesse momento. Mas antes a gente também já tinha discutido algumas coisas, não foi tudo nesse dia.

Em seguida, Clara explicou como foi feito o júri simulado, a apresentação do veredito e a discussão sobre os argumentos que eles apresentaram. Nesse momento, a coordenadora questionou se os alunos entenderam a discussão, ao que Clara respondeu simplesmente que achava que sim. Então, a pesquisadora explicou que acreditava que tinha ocorrido um bom entendimento por parte dos alunos, pois quando os entrevistou na semana posterior à finalização das atividades, pode perceber que o pensamento deles estava muito diferente do que era no começo das atividades.

Dando prosseguimento, a coordenadora perguntou a Clara o que foi mais difícil para ela no processo.

Eu acho que o mais difícil para mim é que em alguns momentos, por mais que eu pensasse em casa como discutir algumas características da ciência com os meninos, às vezes eu sentia que eu não conseguia fazer isso muito bem, deixar tão claro para os alunos. Não sei, eu acho que foi mais isso mesmo.

A professora supervisora relatou que ela tinha percebido isso, pois muitas vezes Clara questionava os alunos e, se eles ficavam calados, ela não conseguia continuar a discussão.

Nesses momentos, ela (professora supervisora) tentava ajudar fazendo algum questionamento para fazer a discussão acontecer.

Conhecimentos apresentados no final das atividades

Ao responder o questionário 3, Clara expressou várias ideias importantes sobre NC. Sobre a caracterização da ciência, ela definiu:

A Ciência é uma invenção humana de produção de conhecimento, muito complexa e que abrange vários fatores. Entre eles vou comentar sobre os que, em minha opinião, melhor caracterizam a Ciência.

Ciência pode ser caracterizada por apresentar várias áreas de conhecimento, que dialogam entre si e que buscam investigar e compreender certos fenômenos ou acontecimentos. Além disso, como é constituída por muitas áreas, a Ciência não apresenta um único modo de investigação. Existem situações nas quais podem ser realizados experimentos e testes, mas em alguns casos isto não é possível, como é o caso da astronomia por exemplo.

Áreas como a filosofia, ética, política, sociologia, filosofia da Ciência, entre outras, também caracterizam a Ciência, visto que têm muita influência sobre ela e vice-versa. Desta forma, o conhecimento científico, não é totalmente objetivo, já que as influências da subjetividade do cientista, da economia, política etc. podem interferir no processo de produção do conhecimento científico. Além de sofrer influência, a Ciência também influencia em vários aspectos a sociedade, a economia entre outras áreas.

Além disso, a Ciência é uma construção humana e está em constante evolução, pois na medida em que conhecimentos mais aceitos vão sendo consolidados, outros podem ser abandonados. Porém, em alguns casos, mesmo quando novos conhecimentos são produzidos, outros ainda continuam sendo aceitos, como é o caso dos modelos atômicos, que passaram por evoluções, e ainda assim, modelos que surgiram anteriormente, como o de Dalton, ainda são usados nas situações adequadas. Assim, a Ciência não pode ser considerada uma verdade absoluta, pronta e acabada.

Os cientistas trocam conhecimentos, ou seja, o processo de construção do conhecimento científico é colaborativo. Além disso, para ser aceito, o conhecimento deve ser aprovado por uma comunidade científica. Para isto, o cientista deve argumentar bem à luz de evidências e justificativas para convencer os demais.

Outro fator importante é que a Ciência não pode ser julgada como boa ou má. O que acontece, é que o homem pode utilizar os conhecimentos científicos de forma boa ou ruim. (Resposta da questão 1, questionário 3)

Para ela, o que mudou em sua visão de ciência no início do projeto foi:

Antes de discussões sobre Natureza da Ciência, eu acreditava que o conhecimento científico era produzido somente em laboratórios a partir de

testes. Hoje tenho uma visão mais ampla da Ciência, como por exemplo, que existem cientistas que não requerem uso de laboratórios para realizar pesquisas. Também acreditava anteriormente que cientistas trabalhavam sozinhos, porém hoje sei que a produção do conhecimento pode ser colaborativo entre vários cientistas e áreas da Ciência. (Resposta da questão 2, questionário 3)

As atividades do projeto que mais contribuíram para que ela tivesse aquela nova visão de ciência foram:

Todas as atividades e discussões foram importantes para ampliar minha visão sobre Ciência, mas algumas foram mais impactantes como:

Apresentação dos Kits (no meu caso, kit sobre etnografia do trabalho de cientistas): Esta atividade foi importante, pois pude perceber as diferentes formas de produção do conhecimento científico; que os produtores da Ciência não são somente os cientistas, mas também pessoas ou órgãos que estão envolvidos, como por exemplo os financiadores; que o conhecimento científico demanda tempo, e que pode ter aplicações ou ser somente teórico. Além disso, as discussões sobre os outros kits ajudaram a entender que na Ciência existem controvérsias, e que alguns conhecimentos já são caixas pretas, mas alguns ainda estão em ascensão.

Júri simulado (especialmente o dos transgênicos): Esta atividade contribuiu para que eu pudesse perceber que nem todo conhecimento científico está fechado, existem alguns que ainda estão em construção, com é o caso dos transgênicos. Desta forma, também foi possível perceber que existem controvérsias na ciência, e que existem vários fatores que influenciam na produção do conhecimento científico e que o mesmo também pode influenciar em vários aspectos como economia e sociedade, por exemplo. Além disso, foi possível perceber que a argumentação é uma prática científica muito importante, pois é a partir da argumentação que é possível convencer sobre uma ideia ou teoria.

Discussão sobre a Science Eye: A partir das discussões sobre a Science Eye, ficou mais claro quais são as possíveis áreas podem caracterizar a Ciência e como elas são importantes para contribuir neste sentido. (Resposta da questão 3, questionário 3)

Sobre a introdução de discussões sobre características da ciência no ensino, Clara respondeu:

A inserção de características de Ciência no ensino torna-se essencial quando se pensa em um ensino de ciências que seja mais autêntico. Desta forma, além de compreender o conteúdo científico, os alunos poderão compreender sobre ciência, ou seja, suas principais características, como o conhecimento é produzido, de que forma ele é produzido, quais fatores influenciam em sua produção, como ele é validado e aceito, entre outros. Desta forma, o aluno também poderá ter uma visão mais ampla sobre estes aspectos, o que pode facilitar no momento de tomadas de decisão quando se envolvem assuntos polêmicos como, por exemplo, os transgênicos. (Resposta da questão 4, questionário 3)

Para Clara, as maiores dificuldades em termos do planejamento das atividades para introduzir as discussões sobre natureza da ciência no ensino foram:

Em termos de planejamento, a maior dificuldade está relacionada ao fato de pensar em como introduzir as características da Ciência de forma explícita no ensino. (Resposta da questão 5.1, questionário 3)

As dificuldades de Clara em termos da aplicação dessas atividades em sala de aula e do conhecimento das ideias dos alunos sobre ciência também foram identificadas:

Em relação à aplicação das atividades, acredito que a principal dificuldade é saber como explicitar estes aspectos de forma clara para os estudantes, pois algumas vezes sinto que eles não compreendem muito bem o que estou querendo dizer. (Resposta da questão 5.2, questionário 3)

Alguns alunos são muito tímidos e não se sentem a vontade para explicitar as ideias. Além disso, sinto que algumas vezes não faço questionamentos que poderiam me ajudar nesta parte. (Resposta da questão 5.3, questionário 3)

Sobre como ela procurou lidar com as dificuldades, Clara respondeu:

Quando estou estudando para as aulas, procuro pensar em questionamentos que poderiam me ajudar a compreender o que os alunos pensam sobre Ciência. (Resposta da questão 5.4, questionário 3)

Considerando o que ela achava que ainda precisava aprender para atuar como professora, Clara identificou:

Acho que preciso aprender a acessar melhor os alunos, ou seja, conseguir interagir mais com eles. Outro fator é que preciso me expressar de forma mais clara, para facilitar a compreensão dos mesmos. (Resposta da questão 5.5, questionário 3)

Questionada especificamente sobre o papel da “Science Eye” em termos de ajudar a pensar em características sobre ciência, Clara afirmou que:

A Science Eye propicia uma visão mais ampla e complexa da Ciência, já que aborda que a Ciência é constituída por várias áreas, sendo que cada uma possibilita enxergar a Ciência de maneira diferente. Além disso, aspectos que encontram-se em uma área também podem se encontrar em outras áreas. A analogia criada foi muito importante pois possibilitou o melhor entendimento destes aspectos. Além disso, o modelo possibilita que tenhamos um “controle” sobre quais aspectos iremos discutir, e quais ainda podem ser discutidas. (Resposta da questão 6.1, questionário 3)

Em relação à possível contribuição da “Science Eye” durante o planejamento de situações de ensino em que características da ciência sejam introduzidas, Clara destacou que:

A Science Eye possibilita que o professor pense melhor nas possibilidades e planeje quais aspectos são importantes para ser abordados nas aulas. Além disso, será possível acompanhar quais aspectos já foram discutidos e quais ainda precisam ser discutidos com os alunos. (Resposta da questão 6.2, questionário 3)

Dada a situação: “Se você fosse convidado a participar de uma equipe que tem a tarefa de elaborar um programa de formação de professores voltado para a inclusão de características sobre a ciência no ensino, quais seriam suas sugestões? Em outras palavras, quais aspectos você acharia essenciais de serem abordados com os licenciandos? Quais experiências você acha que eles deveriam viver?”, Clara respondeu:

A ciência é uma produção humana, e é controlada pelo homem, o conhecimento científico demanda tempo e estudo, ou seja, não aparece de forma imediata; a Ciência pode ser caracterizada por várias áreas; o conhecimento científico pode ser produzido de forma colaborativa; a ciência pode impactar várias áreas como a econômica, social, política. E estas também podem influenciar a Ciência; a conhecimento científico sofre evoluções e por isso, a Ciência não pode ser vista como verdade absoluta; o conhecimento científico pode sofrer influências de fatores pessoais, econômicos e políticos, e assim, não é completamente objetivo; existem conhecimentos que já são consolidados e conhecimentos que ainda estão em construção.

Acredito que os licenciandos devem passar por um processo de formação em relação a estes aspectos, sendo que devem ter acesso a textos históricos, que possibilitem a compreensão de como alguns conhecimentos evoluíram ao longo do tempo dentro de um contexto e para evidenciar que a Ciência não ocorre de forma linear, ocorrem imprevistos, equívocos. Além disso, ter acesso à Ciência em construção também é muito importante para discutir que existem visões diferentes acerca de um determinado conhecimento, e que para convencer é necessário uma boa argumentação à base de evidências. Para isto, acho interessante ter acesso a essas coisas de forma criativa, como ocorreu no PIBID. Júri simulado, teatros, programas de TV, são muito interessantes para trabalhar estes aspectos de forma criativa. (Resposta da questão 7, questionário 3)

Finalmente, quando questionada como ela avaliaria sua participação no projeto em relação a sua formação como professor, Clara respondeu:

O projeto me proporcionou experiências incríveis, pois pude evoluir em relação ao que pensava sobre Ciência anteriormente e, mais do que isso, sobre a importância de discutir estes aspectos com nossos alunos. Além disso, a experiência de elaborar e aplicar os planejamentos fez com que me sentisse mais confiante para abordar características da Ciência durante o Ensino. As discussões também foram muito importantes para perceber em quais pontos ainda preciso melhorar em relação ao conhecimento sobre Ciência, e em como trabalha-los com os estudantes.

CAPÍTULO 4 ANÁLISE DE CONHECIMENTOS E HABILIDADES SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA DE PROFESSORES
DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL DURANTE PARTICIPAÇÃO EM UM GRUPO COLABORATIVO
CRISTIANE MARTINS DA SILVA

*De maneira geral, o projeto propiciou com que eu repensasse a forma de dar aulas e de lidar com os estudantes, bem como quais aspectos podem ser interessantes para proporcionar um ensino de boa qualidade aos estudantes.
(Resposta da questão 8, questionário 3)*

CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após o relato dos estudos de caso, apresentamos neste capítulo as discussões dos resultados encontrados nos mesmos. Para tal, conforme mencionado no capítulo 3, optamos por dividir os resultados em duas categorias: “*conhecimento profissional específico de NC*” e “*práticas de sala de aula*”. Tais categorias constituem parte do Modelo de Conhecimentos e Habilidades Profissionais do Professor, rerepresentado na figura 5.1 com destaque para as mesmas. Isto foi feito visando facilitar o acompanhamento da discussão dos processos vivenciados pelas licenciandas. Esses conhecimentos serão abordados em quadros (5.1 a 5.12) que têm por objetivo auxiliar a compreensão do leitor sobre a influência do grupo colaborativo durante o curso e o desenvolvimento das habilidades e conhecimentos das licenciandas. Esses quadros são divididos entre as atividades do primeiro semestre e as do segundo semestre, assim como no estudo de caso, uma vez que as atividades ocorridas em cada um deles foram distintas e que os resultados dos dois semestres são diferentes em termos de evolução dos conhecimentos.

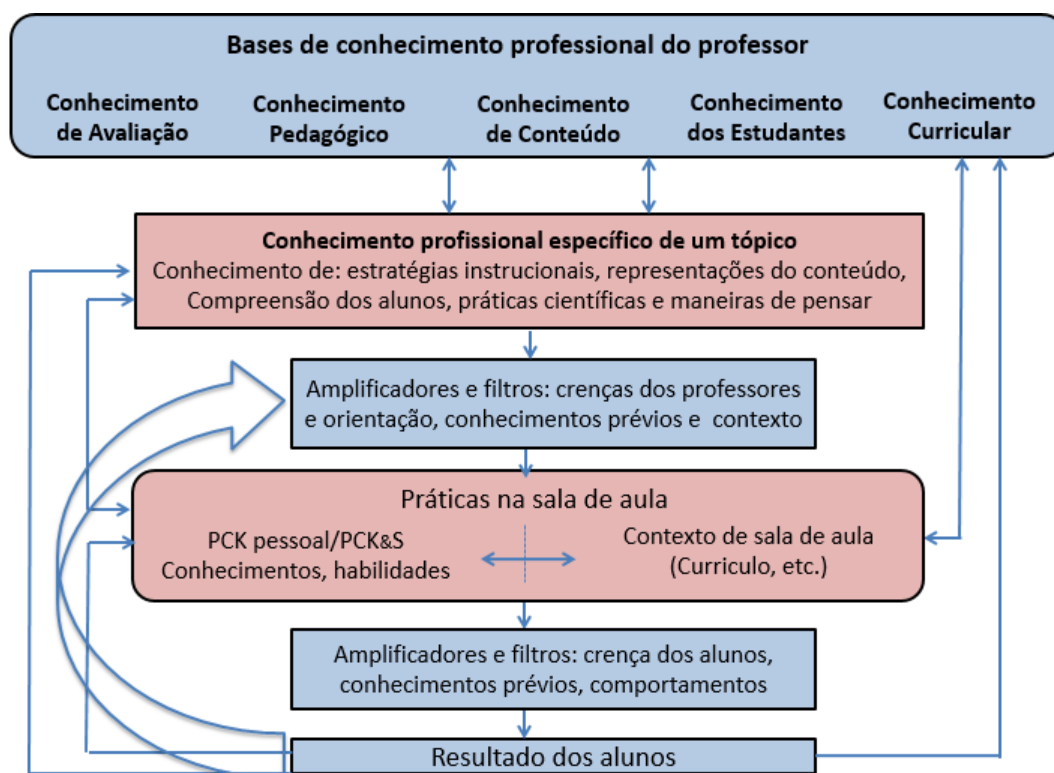


Figura 5.1. Modelo de Conhecimentos e Habilidades Profissionais do Professor (TPK&S) (Gess-Newsome, 2015, p. 31), com destaque para as categorias utilizadas neste trabalho.

Conforme discutido anteriormente, para facilitar a visualização do leitor, os quadros foram organizados por semanas. Eles também apresentam informações relativas a: tema das discussões do grupo colaborativo; etapa do processo; categoria da etapa 1; categoria da etapa 2 e evidências. Além disso, para tentar mostrar o desenvolvimento das licenciandas e as influências dessa evolução, utilizamos cores em algumas colunas do quadro, conforme descrito a seguir:

- Na coluna “evidências”, destacamos sucintamente todas as evidências que foram derivadas ou influenciadas pelas discussões do grupo colaborativo. Para um melhor entendimento e acompanhamento das evidências que estão presentes no estudo de caso, inserimos nos quadros, códigos indicando a página e o parágrafo de onde as mesmas foram derivadas no estudo, por exemplo, (p 52; # 3) indica que a evidência está presente na página 52 e no terceiro parágrafo. No caso das aulas, em função de serem muitas transcrições, o código foi modificado sendo acrescentado L (linha) ao invés de parágrafo.
- Na coluna “categoria-etapa 2”, para identificar a influência dos amplificadores e filtros e das bases de conhecimento durante o curso, utilizamos: vermelho, quando as dificuldades ou falta de conhecimentos das licenciandas decorrentes da categoria influenciavam no desenvolvimento de habilidades e conhecimentos; e azul, quando os conhecimentos da categoria favoreciam ou amplificavam os conhecimentos.

Análise e Discussão dos Resultados de Ana

Conhecimentos apresentados no início das atividades

Analisando o estudo de caso, podemos afirmar que Ana pensava que o ensino sobre ciências é importante para os estudantes devido à sua influência na sociedade. Isto pode ser evidenciado quando ela cita que a ciência está presente nos fenômenos que os alunos vivenciam e que ensino sobre ciência poderia favorecer que eles desenvolvessem o pensamento lógico e crítico, fatores que seriam importantes para a resolução de problemas encontrados em sua vida cotidiana.

Em relação ao planejamento de atividades, inicialmente Ana não apresentou nenhum conhecimento específico sobre o assunto, uma vez que ela apenas citou uma atividade e os

aspectos de NC discutidos em uma situação vivenciada por ela na etapa 1 do curso de formação como algo que ela poderia planejar para aplicar em sala de aula. Além disso, ela não demonstrou conhecimento sobre o papel do professor e da aprendizagem do aluno, uma vez que para ela uma atividade que favorecesse ao aluno refletir de forma crítica já seria suficiente para que ele aprendesse sobre ciência.

Devemos destacar que Ana tinha conhecimento da importância do ensino sobre NC, visto que apesar de reconhecer a dificuldade que teria em tal situação, ela considerou a discussão sobre o NC como parte inclusa do conteúdo e não apenas uma discussão isolada. Além disso ela enfatizou a importância de apresentar uma visão fidedigna ou autêntica sobre ciência aos alunos.

Apesar da dificuldade sobre planejamento e da ausência de conhecimentos sobre os alunos por parte de Ana (fato compreensível devido à sua falta de experiência docente naquele momento), destacamos o reconhecimento do ensino de NC não apenas como um complemento do conteúdo, assim como o reconhecimento da importância do mesmo para os estudantes como elementos muito importantes de seu conhecimento naquele momento. Isto porque, como discutido no capítulo 2, pensamentos contrários a esses são considerados como fatores que podem prejudicar uma abordagem de NC em sala de aula (Wahbeh & Abd-El-Khalick, 2014; Akerson *et al.* 2012).

Conhecimento profissional específico de NC – 1ª semestre

Iniciamos as discussões apresentando os resultados sobre o conhecimento profissional específico de NC. Como discutido anteriormente, esse tipo de conhecimento está relacionado as estratégias didáticas que possam favorecer o ensino de NC.

Analisando o quadro 5.1, percebemos que, ao responder o questionário inicial, Ana não apresentou nenhum conhecimento sobre 'atividades que favorecem a discussão de NC'¹³. Na semana 1, esse fato pode ser claramente evidenciado, quando ela refletiu sobre como o assunto sobre NC seria discutido em sala de aula e sobre a dificuldade que teria para projetar atividades que pudessem favorecer as discussões sobre NC.

¹³ A partir deste capítulo, todos os elementos que constituem cada um dos conhecimentos e habilidades analisados neste trabalho serão grafados com aspas simples para destacá-los no texto e ajudar o leitor a acompanhar nossa discussão.

Quadro 5.1: Análise do conhecimento profissional específico de natureza da ciência no primeiro semestre.

Conhecimento profissional específico de natureza da ciência					
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
1	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da Science Eye • Atividades que favorecem as discussões sobre NC 	Reflexão	Atividades que favorecem a discussão sobre NC	<p>Falta de conhecimentos de estratégias que favorecem a discussão e o envolvimento dos estudantes</p>	Reflexão sobre a dificuldade em projetar atividades que pudessem favorecer discussões sobre NC em sala de aula e o reconhecimento de algumas possibilidades a partir das discussões. (p 52; # 2,3)
	Planejamento das atividades	Discussão em grupo	Atividades que favorecem a discussão sobre NC	<p>Crenças e orientações para o ensino</p> <p>Conhecimento prévio</p>	<p>Planejamento de atividades com o intuito de apenas atrair a atenção dos alunos. (p 53; #1, 2)</p> <p>Reconhecimento de que as atividades propostas não favoreciam discutir sobre NC. (p 53; # 1)</p>
3	Conteúdos que poderiam ser discutidos em sala para planejar as atividades	Discussão em grupo	Atividades que favorecem a discussão sobre NC	Conhecimento prévio	Reconhecimento de que o conteúdo 'modelos atômicos' favoreceria explorar vários aspectos de NC. (p 54; # 2)
			Concepções equivocadas e ideias prévias dos estudantes	<p>Estratégias que favorecem a discussão e o envolvimento dos estudantes</p> <p>Conhecimento das dificuldades dos estudantes</p>	<p>Uso da história da ciência para discutir os aspectos de NC. (p 54; # 4)</p> <p>Reconhecimento de que os estudantes possuíam concepções errôneas sobre os cientistas. (p 54; # 4)</p>

Essa dificuldade persistiu na semana 3, quando, Ana e seus colegas discutiram a ideia de planejar uma atividade envolvendo jogos didáticos com o objetivo de motivar os alunos. Ao fazer isto, eles não consideraram os objetivos definidos anteriormente para as aulas e os conteúdos que seriam trabalhados em sala, o que mostra a falta de conhecimento ou habilidade inicial em 'planejar atividades sobre NC'. Sobre isso, Matos (2001) discute que muitos professores optam por inserir atividades como jogos didáticos, vídeos ou debates em sala de aula com o objetivo apenas de motivar os alunos. Seguindo as definições de Gess-Newsome (2015), podemos dizer que esses professores, assim como Ana, possuem crenças de que um ensino eficaz deve motivar os alunos com atividades interativas. Assim, mesmo que esse tipo de estratégia possa ser importante e recomendado pela literatura, muitos professores a utilizam sem se preocupar se elas são válidas para o entendimento dos alunos em situações determinadas, como aconteceu no estudo de caso.

Práticas em sala de aula – 1º semestre

Práticas em sala de aula – PCK pessoal

Analisando o quadro 5.2, podemos observar que na semana 3 foram feitas orientações e sugestões pertinentes por parte do grupo colaborativo para Ana e os outros licenciandos do grupo. Por exemplo, quando o grupo decidiu desmistificar a visão de cientistas dos alunos a partir do teatro, foi discutido pelo grupo colaborativo que fosse feita uma boa pesquisa histórica para se desmistificar não só os cientistas mas também a ciência; e que os aspectos de NC a serem discutidos fossem selecionados a partir da história. Outro ponto importante também destacado por eles é que Ana e o grupo deveriam analisar, a partir da sondagem prévia feita com os alunos, quais eram as principais dúvidas e conhecimentos dos estudantes, para que eles pudessem estar mais preparados para a produção das atividades, uma vez que inicialmente eles só tinham considerado as concepções inadequadas dos estudantes sobre os cientistas.

Contudo, inicialmente percebemos que essas sugestões não foram aceitas e/ou incorporadas nas falas e ações de Ana. Acreditamos que isto aconteceu porque os 'conhecimentos pedagógicos', assim como o conhecimento sobre a 'dificuldade dos alunos' que Ana possuía inibiram o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades que foram sugeridos.

Quadro 5.2: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no primeiro semestre- PCK pessoal.

Práticas em sala de aula- PCK pessoal					
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
3	Inserção de elementos que favoreçam as discussões sobre NC nas atividades	<ul style="list-style-type: none"> Discussão em grupo Reflexão 	<ul style="list-style-type: none"> Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas Planejar atividades sobre NC 	<p>Falta de conhecimento pedagógico</p>	<p>Discutir aspectos de NC explorando a vida de Dalton (p 54; # 4); (p 55; # 5- portfólio, semana 3);</p> <p>Problemas em selecionar os aspectos históricos relevantes para a discussão de NC e adequá-los ao conteúdo (p 57; # 1- portfólio, semana 3)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Discutir sobre ciência de uma forma geral Seleção de quais aspectos sobre NC poderiam ser explorados nas atividades Considerar as dificuldades e dúvidas dos alunos ao planejar as atividades 	<ul style="list-style-type: none"> Discussão em grupo 	<ul style="list-style-type: none"> Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas Definir e explicar como os aspectos de NC serão discutidos 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de conhecimentos prévios Falta de conhecimento pedagógico Falta de conhecimento das dificuldades dos estudantes 	<p>Desconsideração das concepções equivocadas dos alunos (p 56; 1º, 2º, 3º, 4º e 5º momentos);</p> <p>Dificuldade em selecionar quais aspectos sobre NC seriam discutidos e a forma como seriam conduzidas as discussões desses aspectos (p 56; 1º, 2º, 3º, 4º e 5º momentos)</p>

Continuação do quadro 5.2: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no primeiro semestre- PCK pessoal.

Práticas em sala de aula- PCK pessoal					
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
4	Definição das informações históricas que deveriam ser inseridas nas atividades de acordo com o objetivo dessas	Discussão em grupo	Planejar atividades sobre NC	Conhecimento pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> • Adequação dos textos de acordo com o tempo destinado a atividade • Inserção de aspectos históricos relevantes para a discussão de aspectos sobre NC e exclusão de informações irrelevantes para a atividade (p 58; # 3); (p 59; # 2)
	<ul style="list-style-type: none"> • Articulação entre os aspectos de NC e as atividades planejadas • Uso da Science Eye para definir quais aspectos de NC • Consideração das concepções dos estudantes ao planejar as atividades 	Discussão em grupo	<p>Considerar ideias prévias dos estudantes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas • Definir e explicar como os aspectos de NC 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de conhecimento das dificuldades dos estudantes • Falta de conhecimentos prévios e de conhecimento pedagógico 	<p>Não foram consideradas as concepções equivocadas dos alunos (p 59; # 5)</p> <p>Dificuldades em identificar os aspectos de NC, formular questionamentos e explicitar a forma como os aspectos seriam discutidos. (p 59; # 3); (p 59; # 4);</p>
5	Elaboração das atividades sobre NC	Discussão em grupo	<ul style="list-style-type: none"> • Planejar atividades sobre NC • Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de conhecimento do contexto de sala de aula e de conhecimento pedagógico 	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de texto histórico extenso sobre modelos atômicos para leitura em sala de aula • Dificuldade em definir os objetivos da atividade, os aspectos e áreas de NC que seriam discutidos (p 60; # 3)

Isto foi evidenciado, por exemplo, quando o grupo em que Ana participava não conseguiu selecionar os aspectos sobre NC que poderiam ser explorados na atividade sobre o modelo atômico de Dalton, situação em que uma das coordenadoras explicou que os aspectos de NC deveriam ser explorados de forma ampla; ou quando o grupo não considerou as sugestões da orientadora de selecionar os aspectos relevantes da história sobre Dalton que favorecessem a discussão sobre NC, o que resultou na elaboração de um texto com informações irrelevantes em relação às discussões.

Sobre NC, consideramos que Ana possuía conhecimentos sobre o assunto (fato evidenciado em uma etapa inicial do projeto de pesquisa anterior à etapa analisada nesta dissertação). Tal conhecimento foi claramente expresso e utilizado na semana 3, quando ela reconheceu que as discussões sobre modelos atômicos favoreciam a discussão de aspectos sobre NC, convencendo seus colegas a trabalhar com este tema, ao invés de tabela periódica. Contudo, ela teve dificuldade em selecionar os aspectos de NC que seriam utilizados, como discutiu em suas reflexões da semana 3.

Acreditamos que os ‘conhecimentos prévios’ de Ana tenham impedido a identificação de aspectos sobre NC. Gess-Newsome (2015) define o conhecimento prévio como pessoal do professor que impede ou facilita (por falta de interesse, experiência, atenção, entre outros) que o conhecimento de um conteúdo que um professor possui se desenvolva ou não. Em nosso caso, o conhecimento sobre NC que Ana possuía poderia ser desenvolvido a partir dos seus conhecimentos prévios, facilitando que ela identificasse os aspectos de NC nas atividades e conseguisse propor formas de discutir sobre eles, ou ser inibido por esses mesmos conhecimentos, impedindo que ela conseguisse selecionar esses aspectos nas atividades.

Na semana 4 do quadro 5.2, observamos que as sugestões feitas pelo grupo colaborativo na semana anterior, sobre a adequação das informações históricas dos textos produzidos de acordo com o objetivo das mesmas, auxiliaram Ana e os licenciandos do grupo no planejamento das atividades. Essa foi uma dificuldade encontrada pelo grupo na semana 3, o que nos leva crer que as sugestões do grupo colaborativo tenham favorecido uma melhora nos conhecimentos sobre ‘planejamento das atividades de NC’, expandindo o conhecimento pedagógico do grupo, uma vez que na semana anterior eles não conseguiram adequar os textos.

Entretanto, ainda na semana 4 percebemos as mesmas dificuldades da semana anterior, uma vez que os licenciandos desconsideraram a maioria das sugestões feitas pelo grupo

colaborativo, como por exemplo, utilizar as ideias prévias dos alunos para produzir as atividades. Nesse caso, o grupo selecionou um artigo contendo as dificuldades dos alunos sobre o modelo de Dalton para planejar as atividades, o que mostrou que eles tinham a noção de que esse fato era importante. Contudo, essas dificuldades não foram consideradas no momento da reformulação, o que nos leva a crer que o ‘conhecimento pedagógico’ dos licenciandos relacionado a elaborar e organizar unidades didáticas, inibiu que esses aspectos fossem inseridos no planejamento.

Outras sugestões feitas pelo grupo colaborativo, como definir quais aspectos de NC seriam discutidos e como eles seriam discutidos a partir das atividades, também não foram inseridos pelos licenciandos. Isso pode ser percebido nesse caso quando Ana conseguiu, após as orientações do grupo colaborativo, adequar o texto histórico com informações relevantes que favoreciam as discussões de NC, sem contudo conseguir explorar essas informações para as discussões sobre o assunto.

Essas dificuldades se mostram comuns entre os professores. Por exemplo, ao acompanhar três professores que participaram de um curso de formação sobre NC e que tinham conhecimento sobre o assunto, Akerson e Hanuscin (2007), perceberam, que os mesmos não conseguiam inserir os aspectos de NC e pensar em como eles seriam discutidos nas atividades, o que favorecia com que eles não conseguissem discutir sobre esses aspectos em sala de aula. Essas dificuldades aconteceram durante os três anos em que as pesquisadoras acompanharam os professores em sala de aula.

Analisando no quadro 5.2 (semana 5), constatamos inicialmente os mesmos problemas da semana anterior, visto que os licenciandos tiveram as mesmas dificuldades (uso das ideias prévias dos alunos, definir quais aspectos de NC seriam discutidos e como eles seriam discutidos, uso de informações relevantes sobre NC nos textos) ao planejar os textos históricos sobre Thomson e Rutherford. Acreditamos que essa seja uma situação regular naquele contexto, uma vez que como Ana não possuía nenhuma experiência docente, é compreensível que ela não tivesse um conhecimento pedagógico vasto que a auxiliasse inicialmente na elaboração das atividades.

Entretanto, devemos destacar indícios de melhora de conhecimento pedagógico ao longo daquelas duas últimas semanas, uma vez que, seguindo as orientações do grupo colaborativo, Ana conseguiu organizar os textos elaborados e identificar aspectos relevantes de

NC nas atividades, apesar de ainda não conseguir identificar como os aspectos seriam discutidos. Acreditamos que essa melhora se deva ao uso da Science Eye, que favoreceu a identificação desses aspectos. Isto porque, antes que o seu uso fosse sugerido pelas coordenadoras, Ana havia identificado como aspectos de NC o fato de Dalton ter se interessado em estudar os gases atmosféricos e não especificamente o átomo, e a importância o fato de um cientista ser metódico. Isto mostra a dificuldade em diferenciar os elementos de NC dos fatores que poderiam favorecer a discussão desses aspectos. Entretanto, nas semanas 4 e 5, Ana selecionou aspectos mais relevantes, como o trabalho colaborativo ou importância de modelos na ciência.

Práticas em sala de aula – 1º semestre

Práticas em sala de aula – PCK&S

Antes de iniciar as discussões dos resultados, esclarecemos que as aplicações das atividades do primeiro semestre não foram filmadas (tanto para Ana quanto para Clara). Entretanto, as discussões realizadas durante as reuniões entre os participantes e as reflexões feitas pelas licenciandas caracterizaram situações significativas quanto à prática em sala de aula das licenciandas.

Analisando o quadro 5.3, sobre a aplicação das atividades em sala de aula, identificamos na semana 6 que a reflexão que Ana fez sobre sua aula evidenciou conhecimentos um pouco simplistas relacionados ao processo de ensino e aprendizagem. Por exemplo, inicialmente ela via a desmotivação dos alunos ou a não insistência em questionamentos por parte dela como os principais motivos para que a aula não tivesse sido produtiva. Acreditamos que a falta de experiência de Ana em sala de aula tenha favorecido a ocorrência dessas visões e a falta de conhecimento para conduzir as discussões de NC. Além disso, como discutido na literatura (van Driel *et al.*, 1998; Loughran, Mulhall, & Berry, 2004), habilidades como as de saber conduzir discussões, conseguir interagir com os alunos e favorecer o entendimento dos mesmos são desenvolvidas ao longo do tempo e a partir das experiências do professor em sala de aula. Para Matos (2001), além das experiências em sala de aula, o desenvolvimento se dá também devido à reflexão do professor sobre sua prática. Nesse sentido, a troca de experiências promovida pelas coordenadoras se mostrou bastante relevante, uma vez que contribuiu para que Ana refletisse sobre problemas em sua aula que antes não haviam sido percebidos (como, por exemplo, a necessidade de que a coordenadora conduzisse as discussões com os alunos sobre os aspectos de NC, a pouca participação dos alunos na aula, ou a espera de que os alunos

apresentassem dúvidas para, a partir daí, iniciar as discussões). Tais reflexões resultaram no reconhecimento da importância de estar bem preparada para a condução da aula.

Parece-nos que essas reflexões e discussões foram relevantes para Ana, visto que na semana 7 houve uma melhora significativa em sua condução das atividades – aspecto que, inclusive, foi enfatizado por uma das coordenadoras. Acreditamos que isso se deva ao desenvolvimento de seu conhecimento sobre ‘discutir e questionar sobre aspectos de NC em sala de aula’. Isto foi evidenciado por sua maior preocupação em planejar quais aspectos de NC seriam discutidos e como tais discussões seriam conduzidas, e em pensar sobre como fomentar a participação dos alunos nas mesmas.

Esse fato se mostra importante, visto que no trabalho de Akerson e Hanuscin (2007) citado anteriormente, os três professores analisados durante três anos tinham enorme dificuldade em inserir discussões de NC em sala e fazer questionamentos aos alunos durante as discussões. Acreditamos que a troca de experiências realizada no grupo colaborativo e as reflexões realizadas por Ana tenham favorecido uma melhora no conhecimento pedagógico da licencianda e, em consequência, uma melhora na condução das atividades em tão pouco tempo. Outro fator importante parece ter sido a intenção de Ana em ensinar sobre NC, como foi citado por ela desde o início do planejamento, o que, segundo Schwartz & Lederman (2002), influencia na condução das atividades de NC por parte dos professores. Dessa forma, é possível que ela tenha se preocupado e buscar formas de discutir sobre o assunto com os alunos também devido ao reconhecimento da importância do mesmo.

Continuando a análise da semana 7, após a troca de experiências, as reflexões de Ana mostram que ela reconheceu a importância do planejamento das atividades e da identificação de vários aspectos sobre NC. Nessas reflexões, Ana também afirmou que as situações vivenciadas favoreceram que ela desenvolvesse o conhecimento pedagógico de conteúdo sobre NC. Sobre isso, destacamos que, durante as reuniões, nada foi relatado ou discutido sobre esse tema. Entretanto, na disciplina Estágio Supervisionado I, na qual Ana estava matriculada, a professora discutiu os saberes docentes do professor, citando entre eles o PCK, como conhecimentos que são adquiridos a partir da prática do professor. Assim, acreditamos que essa reflexão tenha surgido a partir das experiências vividas na disciplina. Outro ponto a ser destacado é o reconhecimento, por parte de Ana, da necessidade de estar bem preparada para a aplicação das atividades, que não havia sido expresso inicialmente.

Quadro 5.3: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no primeiro semestre.

Práticas em sala de aula- PCK&S					
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo- temas das discussões das aulas	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
6	Aplicação do plano de aula	Reflexão	Conduzir discussões explícitas sobre NC	Crenças e orientações	Problemas em discutir sobre NC devido à apatia dos alunos (p 61; # 4)
		Reflexão	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir aspectos sobre NC • Dificuldade dos alunos no momento das discussões 	Falta de conhecimento das dificuldades dos estudantes	<ul style="list-style-type: none"> • Os alunos não expressaram as dúvidas e opiniões que indicassem as suas concepções, fazendo com que não fosse possível discutir sobre NC • Reconhecimento de que seria necessário persistir nos questionamentos feitos aos alunos, mesmo que eles não demonstrassem interesse em participar da discussão (p 61; # 4); (p 62; portfólio, semana 5)
	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar as ideias prévias dos alunos • Planejar a forma como os conteúdos seriam discutidos • Estudar e entender o plano de aula para conduzir as atividades 	<ul style="list-style-type: none"> • Troca de experiências 	Questionar sobre NC	Falta de conhecimento pedagógico	Condução das discussões pela coordenadora, favorecendo a participação dos alunos (p 62; # 1)

Continuação do quadro 5.3: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no primeiro semestre- PCK&S.

Práticas em sala de aula- PCK&S						
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo- temas das discussões das aulas	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências	
6	Aplicação do plano de aula	Reflexão	<ul style="list-style-type: none"> • Questionar sobre NC • Refletir sobre a validade das atividades aplicadas 	Crenças e orientações	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento da importância de o professor estudar e estar bem preparado para conduzir uma boa aula e da importância de planejar anteriormente as discussões e questionamentos que devem ser feitos (p 63; portfólio, semana 6) 	
	Melhora na condução na condução das aulas	Troca de experiências	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir aspectos sobre NC • Dificuldade dos alunos no momento das discussões • Questionar sobre NC 	Conhecimento pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> • Interação com a turma • Participação dos estudantes durante as atividades • Discussão do conteúdo de modelos atômicos e de NC. (p 63; # 1) 	
7	Aplicação do plano de aula	Reflexão	Refletir sobre a validade das atividades aplicadas	Conhecimento pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> • Complexidade de elaborar um plano de aula • Percepção de vários aspectos sobre NC a partir do planejamento • Reconhecimento da importância da aplicação das atividades • Reconhecimento da importância de estudar e estar bem preparado para a condução da aula (p 63; portfólio, semana 7 e 8) 	

Conhecimento profissional específico de NC – 2ª semestre

Nas semanas 11 e 12 (quadro 5.4), Ana manifestou conhecimento sobre ‘atividades que favoreciam o ensino de NC’ no planejamento, ao propor o uso de atividades que envolvessem modelagem e argumentação para discutir NC.

Quadro 5.4: Análise do conhecimento profissional específico de natureza da ciência no segundo semestre.

Conhecimento profissional específico de natureza da ciência					
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
11 e 12	Orientações (introduzidas nas semanas anteriores) sobre atividades que favorecem discussões sobre NC	Discussão em grupo	Atividades que favorecem a discussão sobre NC	Conhecimento de estratégias que favorecem a discussão e o envolvimento dos estudantes Conhecimento de estratégias que favorecem a discussão e o envolvimento dos estudantes	Discussão do uso de atividades que envolvam modelagem, argumentação para discutir aspectos de NC. (p 64 e 65; # 5) Discussão do uso de atividades que envolvam história da ciência para discutir aspectos de NC, mesmo que a atividade não favoreça esse tipo de abordagem. (p 65; # 1)
		Planejamento	Considerar as concepções equivocadas e as ideias prévias dos estudantes	Falta de conhecimento das dificuldades dos alunos	Desconsiderou as concepções dos alunos. (p 66; atividades 1 e 3); (p 67; # 2)
16	Importância de explicar os conceitos de evidências e justificativas	Discussão em grupo	Considerar ideias prévias dos estudantes	Conhecimento das dificuldades dos alunos	As discussões desses conceitos foram planejadas e inseridas anteriormente no plano de aula

Parece-nos que isto aconteceu em função das discussões e orientações feitas pelas coordenadoras nas semanas 8, 9 e 10, que foram destinadas à instrução sobre modelagem e argumentação. Além das instruções nas três semanas, é possível que a identificação dessas estratégias tenha sido influenciada pelas discussões ocorridas no início do primeiro semestre e durante o planejamento das atividades, uma vez que, inicialmente, Ana não possuía esses conhecimentos. De fato, nossos dados mostram que eles só começaram a ser desenvolvidos na semana 3, ao definir quais atividades seriam utilizadas nas discussões sobre modelos atômicos, quando Ana (junto com os outros licenciandos do seu grupo) decidiu trabalhar com as atividades históricas sobre modelos ao invés de utilizar jogos didáticos, após as sugestões do grupo colaborativo.

Podemos perceber que inicialmente, Ana e o grupo não consideraram as dificuldades ou conhecimentos prévios que os alunos poderiam apresentar, fato que só foi considerado na semana 16 após as reformulações das atividades.

Práticas em sala de aula – 2º semestre

Práticas em sala de aula – PCK pessoal

A partir do quadro 5.5 e pelo estudo de caso, podemos identificar as mesmas dificuldades de planejamento que aconteceram no primeiro semestre, como a dificuldade em selecionar os aspectos sobre NC e a forma como eles seriam discutidos. Por exemplo, Ana citou no seu portfólio que, nas atividades sobre argumentação, seriam discutidas as questões sobre o papel de evidências na ciência e que a modelagem favoreceria explorar a importância dos modelos na ciência. Além disso, as sugestões inseridas nas atividades foram simplificadas, sem destacar a forma como aspectos específicos de NC seriam explorados e discutidos. Foram inseridas, por exemplo, sugestões como “o professor deve discutir com os alunos as características de modelos na ciência”, sem que tais características fossem explicitadas. Outro problema é que as discussões sobre os aspectos de NC foram repetidas, como verificado as atividades 1 e 3, nas quais as orientações são iguais. Isto aponta, mais uma vez, para a dificuldade em inserir discussões sobre NC nas atividades.

O quadro 5.5, nos mostra que houve uma pequena melhora nos conhecimentos pedagógicos de Ana, mas que as dificuldades que ela apresentou nas semanas 11 e 12, relacionadas a planejar atividades de NC e identificar os aspectos de NC, ainda não tinham sido superadas anteriormente, o que, conseqüentemente, influenciou no desenvolvimento das

Quadro 5.5: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no segundo semestre- PCK pessoal.

Práticas em sala de aula- PCK pessoal					
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
11 e 12	<ul style="list-style-type: none"> Identificação dos aspectos sobre NC presentes nas atividades e orientações de como eles serão discutidos. Organização das atividades 	Discussão em grupo	<ul style="list-style-type: none"> Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas Planejar atividades sobre NC 	Falta de conhecimentos prévios e pedagógicos	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldade em selecionar todos os aspectos sobre NC presentes nas atividades Orientações simplificadas sobre como discutir os aspectos de NC. (p. 65; # 3); (p. 66; portfólio, planejamento); (p. 66; atividades 1 e 3)
13	<ul style="list-style-type: none"> Identificação dos aspectos sobre NC presentes nas atividades Importância de promover discussões explícitas sobre NC em sala de aula 	Discussão em grupo	<ul style="list-style-type: none"> Planejar atividades sobre NC Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas 	Falta de conhecimentos prévios	Discussões sobre NC feitas a partir da história da ciência. (p. 67; vídeo dos encontros, semana 13); (p. 68; # 3)
	<ul style="list-style-type: none"> Maneiras de discutir sobre NC em sala. Explorar as discussões sobre NC feitas nas atividades anteriores 	Discussão em grupo	<ul style="list-style-type: none"> Planejar atividades sobre NC 	Conhecimentos prévios	Discussão dos aspectos sobre NC a partir das concepções apresentadas pelos estudantes ao longo das atividades. (p. 68; vídeo dos encontros, semana 13)

Continuação do quadro 5.5: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no segundo semestre- PCK pessoal.

Práticas em sala de aula- PCK pessoal						
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências	
13	<ul style="list-style-type: none"> Exemplos de aspectos sobre NC presentes ao longo das atividades Promoção de discussões amplas e frequentes sobre NC 	Discussão em grupo	<ul style="list-style-type: none"> Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas 	Conhecimentos prévios	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecimento de outros aspectos sobre NC presentes nas atividades que poderiam ser discutidos. (p 69; # 1); (p 69; vídeo dos encontros, semana 13) 	
	Maneiras de promover a participação dos alunos nas discussões	Discussão em grupo	Conhecimento de aspectos que possam facilitar o entendimento dos alunos	Conhecimento das dificuldades dos alunos	<ul style="list-style-type: none"> Preocupação em favorecer a participação dos alunos nas atividades e o entendimento do que foi discutido. (p 70; # 2,3); (p 70; vídeo dos encontros, semana 13) 	
14	Identificação dos aspectos que favorecem as discussões sobre NC	Discussão em grupo	<ul style="list-style-type: none"> Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas Planejar atividades sobre NC 	<ul style="list-style-type: none"> Crenças Conhecimentos prévios 	Discussão dos aspectos de NC, relacionando as concepções apresentadas por cientistas presentes na história da ciência com as concepções apresentadas pelos estudantes durante as atividades. (p 71; # 4).	

Continuação do quadro 5.5: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no segundo semestre- PCK pessoal.

Práticas em sala de aula- PCK pessoal					
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
14	<ul style="list-style-type: none"> Explorar questões sobre NC presentes nas atividades de modelagem e argumentação Uso da Science Eye para facilitar a identificação dos aspectos poderiam ser discutidos 	Reflexão	Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas	Conhecimentos prévios	Seleção de aspectos relevantes sobre NC e presentes ao longo das atividades de modelagem e argumentação. (p 72, portfólio planejamento)
15	Inserção das orientações sobre NC no planejamento	Discussão em grupo	Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas Planejar atividades sobre NC	<ul style="list-style-type: none"> Conhecimentos prévios Conhecimentos pedagógicos 	<ul style="list-style-type: none"> Identificação dos aspectos de NC presentes em cada atividade e explicitação das orientações e formas de discussão dos aspectos sobre NC em cada atividade. (p 73, 74, 75; vídeo dos encontros-semana 15)
16	Discussão dos aspectos sobre NC que seriam explorados no planejamento	Discussão em grupo	Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas	Conhecimento pedagógico	Definição das áreas de conhecimento exploradas. (p 76; vídeo dos encontros-semana 16)

Continuação do quadro 5.5: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no segundo semestre- PCK pessoal.

Práticas em sala de aula- PCK pessoal					
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
16	Apresentação da unidade didática planejada	Discussão em grupo	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas • Conhecimento de aspectos que facilitem o entendimento dos alunos sobre NC 	Conhecimento pedagógico	Explicitação das orientações e formas de discussão dos aspectos sobre NC. (p 77, 78, 79; vídeo dos encontros-semana 16)
	Maneiras de discutir sobre NC a partir das concepções dos alunos	Discussão em grupo	Considerar ideias prévias dos estudantes	Conhecimento das dificuldades dos alunos	Seleção de concepções dos alunos que poderiam surgir para relacioná-las às concepções apresentadas pelos cientistas. (p 78 ; vídeo dos encontros-semana 16); (p 78; # 1)
				Falta de conhecimento pedagógico	Constatação de que o grupo (ou a licencianda) não conseguiu discutir concepções expressas pelos alunos diferentes das esperadas (p 78; # 1)

atividades. Por isso consideramos que os ‘conhecimentos pedagógicos’ e ‘prévios’ ainda inibiam o desenvolvimento do conhecimento para ‘planejar as atividades’ e ‘selecionar os aspectos de NC’. Contudo, devemos ressaltar que a consideração dos aspectos de NC que seriam discutidos e a forma como eles seriam discutidos foram importantes, visto que essas considerações eram orientações que haviam sido feitas constantemente ao longo do primeiro semestre pelo grupo colaborativo e que não eram consideradas pelos licenciandos durante o planejamento. Nesse caso, apesar das dificuldades citadas anteriormente, Ana e seu grupo consideraram essas situações desde o início do planejamento.

Podemos supor também que o uso da Science Eye foi importante para que Ana conseguisse identificar os aspectos de NC no primeiro semestre, uma vez que nas semanas 11 e 12 (quadro 5.5), ela não conseguiu identificar todos os aspectos que poderiam ser discutidos nas atividades de modelagem e argumentação, além de não ter utilizado a Science Eye nessas semanas durante o planejamento.

Outro ponto a ser destacado nas semanas 11 e 12, é que notamos que Ana e o grupo conseguiram adequar e organizar as atividades de acordo com o tempo e os objetivos da mesma, aspectos em relação aos quais Ana tinha dificuldades no primeiro semestre. Entretanto, as considerações sobre as ‘dificuldades dos estudantes’ não foram consideradas em nenhum momento dessas semanas. Essa dificuldade, também foi percebida em outros estudos (Akerson, Buzzelli, & Donnelly, 2010; Faikhamta, 2013, Akerson *et al.*, 2012). Nesses trabalhos, ao final da pesquisa, os professores não conseguiram desenvolver conhecimento de aspectos que poderiam facilitar o entendimento dos alunos o que, segundo seus autores, caracteriza tal entendimento como um dos conhecimentos mais complexos de serem adquiridos pelos professores.

Na semana 13 (quadro 5.5), identificamos as mesmas dificuldades apresentadas na semana anterior. Por exemplo, inicialmente Ana e os licenciandos pretendiam discutir os aspectos sobre NC a partir das concepções históricas dos cientistas no final das atividades, relacionando com as dúvidas expressas pelos alunos durante as discussões. Nesse caso, parece que os conhecimentos pedagógicos e prévios de Ana inibiram a identificação dos aspectos de NC nas atividades de modelagem e argumentação. Além disso, mesmo tendo identificado atividades sobre argumentação e modelagem como atividades que favoreciam as discussões sobre NC, Ana optou por utilizar as discussões sobre NC em atividades sobre história da ciência. Acreditamos que a crença de que o uso da história da ciência favoreça as discussões sobre NC,

aspecto mencionado por ela desde o questionário inicial, tenha inibido decisões relacionadas à utilização de atividades envolvendo argumentação e modelagem naquele momento.

Ainda na semana 13, constatamos a importância das discussões realizadas no grupo colaborativo, por exemplo, quando foi sugerido a Ana e ao grupo que eles considerassem os aspectos de NC ao longo das atividades, citando aspectos de NC que poderiam ser trabalhados e que os licenciandos não tinham levado em consideração anteriormente. A partir desta sugestão, Ana começou a citar aspectos de NC que poderiam ser discutidos nas atividades, como o trabalho colaborativo, que ela propôs discutir nas atividades quando da socialização dos modelos produzidos pelos alunos.

Outra contribuição importante do grupo colaborativo ocorreu quando a pesquisadora orientou que os licenciandos utilizassem as discussões sobre NC de forma explícita e que considerassem a forma como os aspectos seriam discutidos com os alunos, uma vez que o aprendizado sobre o assunto não é tão simples como eles acreditavam ao afirmarem que esperavam discutir sobre NC a partir das concepções expressas pelos alunos durante a aula. Para mostrar a complexidade desse aprendizado, a pesquisadora citou o exemplo da própria aprendizagem dos licenciandos durante o curso de formação e as dificuldades que eles vivenciaram.

Essa discussão motivou Ana a discutir algumas dúvidas. Como a aplicação das atividades do primeiro semestre não havia sido produtiva, ela questionou a supervisora sobre possibilidades para atrair a atenção dos alunos. Tal situação evidencia que Ana conseguiu perceber a ‘dificuldade dos alunos’ durante a aplicação das atividades. Esse fato se mostra relevante, uma vez que nas pesquisas citadas anteriormente (Akerson, Buzzelli, & Donnelli, 2010; Faikhamta, 2013, Akerson *et al.*, 2012), os professores não se preocuparam com os conhecimentos ou dificuldades dos alunos.

Além disso, consideramos que as aplicações em sala foram relevantes para favorecer o desenvolvimento desses conhecimentos, uma vez que tal fato também ocorreu na pesquisa de Hanuscin (2013), que foi o único trabalho encontrado que apresentou alguma preocupação por parte do professor com o entendimento dos estudantes. Por exemplo, a professora em formação analisada naquela pesquisa só começou a considerar as dificuldades dos alunos durante o planejamento quando ela não conseguiu discutir os aspectos de NC em sala de aula devido às dificuldades que os alunos apresentaram. Dessa forma, acreditamos que apesar da

dificuldade citada por Ana, de não saber o que fazer naquela situação, consideramos que a preocupação dela sobre o assunto possa ter contribuído para que, no decorrer do planejamento e a partir de suas experiências, ela conseguisse aprofundar esses conhecimentos.

Na semana 14 (quadro 5.5), como as atividades ainda não haviam sofrido as modificações sugeridas na semana anterior, as orientações do grupo colaborativo feitas pelas coordenadoras foram as mesmas da semana 13. Por exemplo, elas reafirmaram a importância da seleção de aspectos de NC (como a concepção de modelo na ciência e o papel de evidências na ciência) ao longo das atividades que poderiam ser discutidos a partir das atividades de modelagem. Elas também destacaram que, para ajudá-los na tarefa de identificação de aspectos de NC possíveis de serem discutidos, eles deveriam utilizar a Science Eye. Além disso, Ana e o grupo deveriam discutir os momentos em que isto poderia acontecer, e o tipo de questão que os licenciandos poderiam propor para que o aluno pensasse em tais aspectos. Provavelmente considerando essas sugestões, em seu portfólio, Ana começou a selecionar os aspectos pertinentes de NC ao longo das atividades (por exemplo, a discussão entre pares e a subjetividade na ciência), situação em que os conhecimentos prévios não inibiram a identificação dos aspectos de NC.

Na semana 15, Ana continuou a reformulação das atividades e, durante as discussões, ela apresentou aos participantes do seu grupo os aspectos de NC selecionados e as orientações e discussões sobre os assuntos. Ao fazer isto, Ana conseguiu selecionar e explicitar as orientações de forma coerente. Por exemplo ao discutir sobre o papel de evidências, ela propôs a seguinte sugestão: *Neste momento da aula, o professor pode questionar de forma breve aos alunos sobre o que eles imaginam que seja evidência. O professor deverá explicitar o conceito de evidência – como sendo dados que podem ser utilizados para suportar uma afirmação – para auxiliar na resolução da questão.* No início do planejamento das atividades, nas semanas 11 e 12, Ana havia sugerido apenas que a importância das evidências na ciência deveria ser discutida.

Consideramos que essa foi relevante pois, na pesquisa de Whabeh e Abd-El-Khalick (2014), por exemplo, os professores não foram capazes de inserir discussões ou selecionar aspectos de NC em atividades que não eram conhecidas para eles, fazendo com que o planejamento dos participantes se centrasse principalmente em atividades históricas. No caso de Ana, a dificuldade inicial em utilizar as atividades de modelagem e argumentação foi sendo superada ao longo do planejamento das atividades.

Na semana 16, Ana explicitou aos participantes do grupo colaborativo a adequação das atividades planejadas a partir das semanas 11 e 12, apresentando uma melhora significativa nas unidades didáticas planejadas e em seus conhecimentos sobre 'planejamento de atividades' e 'aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas'. Ao fazer isto, Ana citou as áreas e aspectos de NC e a forma como eles seriam discutidos claramente, considerando também as dificuldades dos alunos. Por exemplo, no caso das dificuldades dos alunos em diferenciar evidências de justificativas e conclusões, ela explicou que eles pretendiam discutir sobre o assunto antes que os alunos iniciassem as atividades.

Os fatores discutidos por Ana nessa semana se caracterizaram como as principais dificuldades apresentadas por ela e pelos licenciandos ao longo do planejamento do primeiro e do segundo semestre, o que nos leva a supor que as discussões do grupo colaborativo foram favoráveis para que Ana desenvolvesse tais conhecimentos.

Práticas em sala de aula – 2º semestre

Práticas em sala de aula – PCK pessoal

Em relação às atividades do segundo semestre, o quadro 5.6 mostra que Ana conseguiu discutir os aspectos sobre NC com os alunos em todas as aulas em que esses aspectos puderam ser discutidos. Acreditamos que isso se deva à sua preparação para aplicar as atividades, uma vez que, como destacado no estudo de caso, Ana considerou situações que favoreceram a compreensão dos estudantes (como a discussão sobre o papel de evidências e justificativas a partir do experimento das partículas alfa). Apesar de tal aspecto de NC não constar do planejamento da aula, ela percebeu que ele poderia favorecer o entendimento dos alunos. Isto é bastante relevante, pois outras pesquisas (Loughran, Mulhall e Berry, 2008; Hanuscin, 2013; Aydin, 2015) indicam uma melhora nos conhecimentos dos professores a partir do momento em eles começam a se preocupar com conhecimento do alunos em relação às discussões em sala de aula e no planejamento das atividades. Esta preocupação com o entendimento dos alunos ocorreu com Ana na semana 13, conforme evidenciado no quadro 5.3, o que pode ter propiciado um desenvolvimento nos conhecimentos sobre 'conduzir discussões sobre NC'. Outro fato a ser destacado é que nas pesquisas de Akerson e Hanuscin (2007), Akerson *et al.* (2010), Akerson *et al.* (2012) e Brickhouse (1990), por exemplo, os professores analisados não conseguiram discutir aspectos de NC em sala de aula. Em muitos casos, isto aconteceu em função de eles não conseguirem fazer questionamentos sobre o assunto ou por não

CRISTIANE MARTINS DA SILVA

Quadro 5.6: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no segundo semestre- PCK&S.

Práticas em sala de aula - PCK&S						
Semana/ Aula	Tema das discussões do grupo colaborativo – tema das discussões das aulas	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências	
Aula 3	Métodos e práticas científicas	Aplicação do planejamento	Dificuldade dos alunos no momento da discussão <ul style="list-style-type: none"> • Conduzir discussões explícitas sobre NC • Discutir aspectos sobre NC 	Conhecimento das dificuldades dos estudantes Conhecimento pedagógico	Uso de exemplos conhecidos pelos estudantes para discutir sobre NC, favorecendo a discussão (p 81; L 24); (p 83; L 6) Discussão sobre a importância do uso de evidências e justificativas na ciência (p 81; L 4)	
Aula 8	Produção e interpretação de modelos na ciência	Aplicação do planejamento	Questionar sobre NC <ul style="list-style-type: none"> • Discutir aspectos sobre NC • Conduzir discussões explícitas sobre NC Conseguir lidar com situações inesperadas	Conhecimento pedagógico	Questionamentos sobre o que os cientistas pensavam antigamente e o se pensa hoje. (p 85; L 3, 14, 24) Discussão sobre a importância de modelos para o desenvolvimento do conhecimento científico (p 86; L 39) Discussão de evidências na ciência nas explicações relacionadas à dúvida dos alunos de que átomos e moléculas poderiam ser vistos no microscópio. (p 86; L 16)	

Continuação do quadro 5.6: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no segundo semestre- PCK&S.

Práticas em sala de aula- PCK&S						
Semana / Aula	Tema das discussões do grupo colaborativo –tema das discussões das aulas	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências	
Aula 11	Métodos e práticas científicas	Aplicação do planejamento	Questionar sobre NC Dificuldade dos alunos no momento da discussão	Conhecimento pedagógico Falta de conhecimento das dificuldades dos estudantes	Questionamentos e discussão sobre a importância dos dados na ciência (p 88; L 1, 4, 20) Desconsideração da imprecisão de um aluno sobre o que são dados e teorias (p 88; L 7, 14)	
Aula 12	Revisão dos aspectos discutidos sobre NC nas atividades	Aplicação do planejamento	Dificuldade dos alunos no momento da discussão Conduzir discussões explícitas sobre NC	Falta de conhecimento das dificuldades dos estudantes Conhecimento pedagógico	Desconsideração da imprecisão de um aluno sobre o que são teorias (p 89; L 5, 12) Discussão sobre a importância da criatividade e imaginação na ciência (p 89; L 12)	
Semana final	<ul style="list-style-type: none"> Condução de discussões em sala de aula Importância de conhecer e planejar a aula 	Troca de experiências	Refletir sobre a validade das atividades aplicadas	Conhecimento pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldade em formular questões para favorecer as discussões. (p 92; L 15); (p 92; L 19); (p 93; L 17) Consulta ao planejamento para orientar quais questões poderiam ser feitas (p 92; L 28) Pouco tempo para discutir sobre NC, fazendo com que algumas vezes as discussões não fossem aprofundadas (p 92; L 29) 	

conseguirem lidar com as dificuldades dos alunos sobre o assunto. Considerando que essas pesquisas foram feitas com professores já atuantes na educação básica, as discussões realizadas por Ana se mostram muito relevantes. Além disso, nessas pesquisas, os professores analisados não desenvolveram conhecimentos sobre 'dificuldades dos alunos', o que nos leva a crer que esse conhecimento possa ter influenciado nas discussões conduzidas por Ana em sala de aula.

Além disso, a maior preparação de Ana contribuiu para que ela estivesse mais segura ao conduzir as atividades. Isto foi explicitamente reconhecido por ela, que também afirmou que a busca por uma melhor preparação foi motivada pela dificuldade encontrada na aplicação das atividades do primeiro semestre e pelas discussões realizadas no grupo colaborativo sobre as mesmas. Tais situações mostram a influência das discussões no grupo colaborativo e a evolução de Ana de um semestre em relação ao outro.

Em alguns momentos durante as discussões, Ana não considerou algumas confusões dos alunos como, por exemplo, a dificuldade de um estudante em relação ao conceito de teoria. Em outros momentos, os questionamentos feitos por ela não favoreceram a evolução das discussões, como quando ela perguntou aos alunos se eles achavam que os cientistas sempre pensaram que havia atração entre cargas opostas na formação do NaCl. Nessa situação, ela teve que reformular a questão algumas vezes para que houvesse a discussão com os alunos (que inicialmente ficaram calados). A dificuldade em formular questões que favorecessem as discussões e interação dos alunos foi, segundo Ana, sua maior dificuldade.

Ao refletir sobre a aplicação da unidade didática, Ana reconheceu a importância das discussões sobre formas de inserir NC em sala, algo que foi enfatizado pelo grupo colaborativo em diversos momentos do planejamento das atividades nos dois semestres.

Por fim, destacamos a evolução da condução das atividades por parte de Ana nos dois semestres. Sobre essa evolução, enfatizamos novamente a importância das reflexões feitas e das trocas de experiências realizadas nas reuniões presenciais, uma vez que tais situações propiciaram a ela reconhecer situações e problemas que antes não eram percebidos, bem como identificar dificuldades que ela possuía.

Conhecimentos apresentados no final das atividades

Analisando o questionário final, podemos perceber que houve uma melhora nos conhecimentos de Ana, pois ela reconheceu que, antes do curso de formação, tinha concepções

ingênuas sobre ciência (como a existência de um método científico). Sobre a introdução de NC no ensino, ela novamente reiterou a sua importância para que o aluno consiga tomar decisões informadas em situações que exijam conhecimentos de ciências, além de tornar o ensino mais contextualizado, mais crítico e instigante.

Sobre o planejamento das atividades, Ana reconheceu que a sua maior dificuldade foi pensar em características de ciência que tivessem relação com as atividades, aspecto claramente evidenciado em nossa análise, uma vez que essa dificuldade encontra-se identificada em muitos momentos nos quadros discutidos anteriormente.

Em relação à aplicação, a sua maior dificuldade foi promover discussões sobre ciência em um tempo curto e conhecer as ideias dos alunos, pois eles não expunham seus pensamentos. Para lidar com essa dificuldade, ela os questionou e tentou enfatizar os pontos de vista que surgiram nas discussões, além de relacionar características de ciência com o processo que eles estavam sendo vivenciando. A relação entre as atividades vivenciadas pelos alunos e as características de ciência foi enfatizada como uma possibilidade de discutir sobre NC em alguns momentos pelo grupo colaborativo. Isto aconteceu, por exemplo, nas semanas 13 e 14, quando Ana e os licenciandos pretendiam discutir os aspectos de NC relacionando as concepções apresentadas por cientistas presentes na história da ciência com as concepções apresentadas pelos estudantes durante as atividades. Tal situação mostra a relevância do grupo colaborativo para o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades de Ana.

Para atuar como professora, ela acreditava que ainda precisava aproveitar as ideias dos alunos para promover discussões ricas sobre ciência, além de pensar em como fazer para engajar os alunos nas discussões, para aproveitar as ideias dos alunos para promover discussões ricas sobre ciência. Essa afirmativa de Ana se mostra coerente com as dificuldades apresentadas por ela durante a aplicação das atividades do segundo semestre, como discutidas anteriormente, pois em alguns momentos ela não conseguiu formular questões que favorecessem as discussões e a participação dos alunos. O reconhecimento das dificuldades que ela teve durante a aplicação das atividades se mostra relevante, uma vez que é possível que ela tente sanar esses problemas em suas próximas experiências, como aconteceu quando ela reconheceu a importância de o professor estudar e estar bem preparado para conduzir as atividades após ela não conseguir conduzir as aulas no primeiro semestre. Após esse reconhecimento, ela conseguiu conduzir as atividades, situação que ela acredita que tenha acontecido porque ela estava mais preparada.

Sobre a Science Eye, Ana acredita que ela permitiu a organização de características de ciência. Além disso, ela alegou que a Science Eye possibilitou averiguar as características que estavam presentes nela com os processos que seriam vivenciados pelos alunos nas atividades. Pelo estudo de caso e pelo quadro de análise, podemos perceber que a Science Eye realmente favoreceu a identificação dos aspectos de NC como declarado por Ana, uma vez que a medida que o grupo colaborativo salientou o seu uso, como na semana 14 por exemplo, Ana conseguiu identificar os aspectos de NC, o que ela não tinha conseguido nas semanas anteriores.

Além de analisar a importância das instruções iniciais sobre NC que ela vivenciou no início do curso de formação, Ana reconheceu que o processo de elaboração e aplicação de planejamentos sobre ciência foi um processo rico e construtivo, pois ele favoreceu que ela pensasse em estratégias de como inserir NC no ensino, tendo em vista a realidade complexa de sala de aula. Além disso, no final do processo ela acreditava que se encontrava mais preparada para lecionar, uma vez que as experiências em sala de aula ampliaram seus conhecimentos sobre ciência e sobre o conteúdo. Tais reconhecimentos mostram a importância dos processos vivenciados por ela e a relevância do grupo colaborativo em sua formação como professora.

Análise e Discussão dos Resultados de Clara

Conhecimentos apresentados no início das atividades

Nas repostas dos questionários 1 e 2, Clara evidenciou que tinha o conhecimento de que o ensino sobre ciências era importante para que os estudantes compreendessem os processos que acontecem no seu cotidiano. Entretanto, ela considerou também o ensino de ciências para a formação profissional e para o ensino superior quando citou a mudança de disciplinas específicas do curso de Química, indicando que possuía um conhecimento limitado sobre ciência. Sobre isso, Wan, Wong e Zhan (2013) explicam que muitos professores de ciência consideram que o ensino sobre ciência é importante para os cidadãos apenas devido ao seu trabalho e para formação profissional do sujeito, o que limita as discussões de NC em sala de aula.

Em relação ao planejamento das atividades, inicialmente Clara também não possuía nenhum conhecimento sobre o assunto, uma vez que ela apenas citou uma atividade histórica da qual ela participou durante a etapa 1 do curso de formação como uma possibilidade que poderia utilizar para aplicar em sala de aula.

As atividades vivenciadas por Clara também influenciaram suas respostas em outras questões do questionário, como quando ela respondeu que a maior dificuldade que teria em inserir os aspectos de NC em sala seria o uso atividades criativas. Como as atividades vivenciadas por ela na etapa 1 eram atividades desse tipo, é possível que ela tivesse pensado que o ensino de NC tem que ser promovido de forma criativa sempre. Além disso, ao citar as dificuldades dos alunos, ela mencionou a questão da falta de uma definição clara sobre o que é ciência. Esse fato também foi discutido no curso de formação, o que mostra que, a princípio, ela tinha poucos conhecimentos sobre discussões sobre NC em sala. Entretanto, Clara reconheceu a importância de se inserir os aspectos de NC em sala de aula, como quando ela citou a importância do ensino de NC para desmistificar as concepções inadequadas sobre ciência dos alunos, e para que eles tivessem uma visão mais crítica sobre o assunto e sobre as situações vivenciadas no cotidiano.

Conforme destacado por Krajewski e Schwartz (2014), o reconhecimento da importância do ensino de NC por parte dos professores se mostra como um dos pontos primordiais para que eles consigam inserir essas discussões em sala de aula. Dessa forma, esperávamos que o conhecimento de Clara sobre o ensino de NC evoluísse no decorrer do planejamento e aplicação das atividades.

Conhecimento profissional específico de NC – 1^o semestre

A análise do quadro 5.7 mostra que, na semana 1, Clara reconheceu, em suas reflexões, a importância do uso de ‘atividades que favoreçam as discussões sobre NC’ (como a história da ciência, por exemplo) e de as discussões sobre o assunto ocorrerem de forma explícita e não declarativa.

Na semana 3, durante o planejamento das atividades, Clara conseguiu definir ‘atividades que favorecessem as discussões sobre NC’, sugerindo o uso de textos históricos para discutir sobre os modelos atômicos. Entretanto, acreditamos que a falta de conhecimentos de estratégias de Clara inibiu um desenvolvimento mais amplo sobre esses conhecimentos, uma vez que ela desconsiderou qualquer outra atividade que pudesse favorecer as discussões sobre NC. Além disso, as atividades sobre história da ciência haviam sido citadas por Clara desde o questionário inicial como atividades relevantes para discutir sobre NC, o que acreditamos que tenha impedido que ela analisasse outras propostas.

Durante o planejamento, ela considerou as dificuldades dos alunos, uma vez que pesquisou sobre o tema e as inseriu nas atividades. Contudo, ela não considerou as concepções

Quadro 5.7: Análise do conhecimento profissional específico de natureza da ciência no primeiro semestre.

Conhecimento profissional específico de natureza da ciência						
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da Science Eye e das áreas de conhecimento • Atividades que favorecem as discussões sobre NC 	Reflexão	Atividades que favorecem a discussão sobre NC	Orientações e Crenças	Importância de trabalhar com atividades que favoreçam as abordagens explícitas de NC. (p 99; portfólio semana 1)	
3	Conteúdos que serão discutidos em sala para planejar as atividades	Discussão em grupo	Atividades que favorecem a discussão sobre NC	Conhecimento de estratégias que favorecem a discussão e o envolvimento dos estudantes	Reconhecimento do uso a história da ciência para discutir sobre NC. (p 99; # 3); (p 99; portfólio semana 3)	
			Considerar ideias prévias dos estudantes	Conhecimentos prévios	Desconsideração de outras atividades que poderiam ser utilizadas na discussão sobre NC. (p 97; questão 2 do questionário 2); (p 100; # 1)	
	Inserção de elementos que favoreçam as discussões sobre NC nas atividades	Discussão em grupo	Considerar ideias prévias dos estudantes	Conhecimento das dificuldades dos estudantes	Pesquisa sobre concepções inadequadas dos estudantes sobre NC presentes na literatura. (p 100; # 5)	

dos estudantes que foram sondados pelo questionário aplicado por ela mesma no início das atividades. Entretanto, como a análise desses questionários só foi feita no fim desse planejamento, destacamos que a pesquisa realizada por ela e inserida no planejamento foi importante, principalmente considerando as dificuldades dos professores em considerar os conhecimentos e dificuldades dos alunos, conforme discutido na literatura (Akerson, Buzzelli, & Donnelly, 2010; Faikhamta, 2013, Akerson *et al.*, 2012) e conforme foi evidenciado nas discussões do estudo de caso de Ana.

Práticas em sala de aula – 1º semestre

Práticas em sala de aula – PCK pessoal

Analisando o quadro 5.8, podemos perceber que na semana 3, Clara teve dificuldades ao iniciar os planejamentos, uma vez que ela não conseguiu identificar os ‘aspectos de NC’. Por exemplo, a princípio, Clara iria utilizar textos históricos sobre os filósofos gregos e sobre Dalton para discutir aspectos como a não linearidade da ciência e o papel das evidências para a aceitação dos modelos. Acreditamos que devido ao uso de dois textos históricos e ao tempo que seria utilizado para a discussão dos mesmos em sala de aula, Clara poderia explorar mais aspectos sobre NC. Considerando que os textos seriam elaborados por ela, essas discussões poderiam ser inseridas no planejamento. Nesse aspecto, Clara teve as mesmas dificuldades que Ana, indo de encontro ao que é apresentado na literatura sobre a dificuldade de professores em incorporar aspectos de NC em suas práticas (Akerson e Hanuscin, 2007; Demirdöğen *et al.*, 2015; Hanuscin *et al.*, 2011). Na pesquisa de Demirdöğen *et al.* (2015), por exemplo, foi observado que os trinta professores participantes de um curso de formação não conseguiram inserir os aspectos de NC e nem definir como eles seriam discutidos nas unidades didáticas que foram elaboradas. Essa introdução só ocorreu no planejamento de alguns professores, ao longo do segundo planejamento de atividades e após orientações e discussões em grupo.

Ainda nesta semana, devemos destacar a organização dos textos históricos proposta por Clara. Tal organização apresentava uma sequência que ela devia ver como lógica entre eles, isto é, cada texto apresentava as limitações de um modelo e as evidências para a discussão de um novo modelo apresentado no texto seguinte. Dessa forma, os textos apresentavam, em sequência, a importância das evidências e a não linearidade da ciência. Contudo nessa semana, ela ainda não havia produzido todos os textos; na verdade, apenas o primeiro texto havia sido

redigido e os outros haviam sido planejados. Então, não podemos detalhar aspectos de seus conteúdos.

Ao longo da semana, Clara adicionou ao plano de aula discussões e objetivos das atividades sobre NC. Além disso, ela pesquisou e considerou as dificuldades dos alunos, o que se mostra positivo, uma vez que no questionário inicial de Clara, ela citou que a dificuldade que os alunos poderiam possuir seria entender a falta de uma definição clara sobre o que é ciência. Dessa forma, o trecho recém citado mostra modificações positivas em seu conhecimento sobre 'planejamentos de atividades' e sobre 'conhecimentos prévios dos estudantes'. Acreditamos que essas modificações tenham sido influenciadas de algum modo pelas discussões do grupo colaborativo, uma vez que na semana 2 foram discutidas as possíveis dificuldades que os alunos poderiam possuir e a elaboração do questionário de ideias prévias dos alunos sobre ciência.

A semana 4 (quadro 5.8) teve início com as discussões realizadas entre Clara, sua colega de dupla e uma das coordenadoras, que fez sugestões importantes relacionadas à reformulação de questões e a como isso poderia ser feito, à seleção dos aspectos de NC presentes nos textos produzidos, a possíveis formas de se discutir sobre os modelos para que os alunos percebessem a importância das evidências na elaboração de modelos, e às possíveis ideias que os alunos poderiam expressar durante as discussões.

Parece-nos que as sugestões do grupo colaborativo também influenciaram Clara durante a reformulação das atividades. Por exemplo, seguindo as sugestões do grupo colaborativo sobre analisar se as questões formuladas atendiam aos objetivos de discutir os aspectos pretendidos, Clara conseguiu reformular as questões de forma pertinente. Além disso, a orientação de selecionar os aspectos de NC presentes ao longo das atividades contribuiu para que Clara conseguisse identificar aspectos como, por exemplo, a importância da validação do conhecimento científico, que antes não havia sido considerado, uma vez que inicialmente ela considerava apenas as limitações dos modelos e a importância de evidências na ciência.

Por fim, consideramos que as sugestões do grupo colaborativo, bem como o conhecimento pedagógico de Clara, tenham contribuído para que ela conseguisse planejar atividades significativas sobre NC e relacionadas com o conteúdo de modelos atômicos. Contudo, um fator importante a ser destacado é que apesar da melhora no planejamento dos planos de aula, Clara não explicitou nas atividades como as discussões dos aspectos sobre NC seriam discutidos. Em seu planejamento, estavam inseridos apenas os objetivos de cada

Quadro 5.8: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no primeiro semestre- PCK pessoal.

Práticas em sala de aula- PCK pessoal					
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
3	Inserção de elementos que favoreçam as discussões sobre NC nas atividades	Discussão em grupo	Planejar atividades sobre NC	Falta de conhecimentos pedagógicos	Dificuldade em formular questões que favorecessem as discussões sobre NC (p 101; 1º momento); (p 103; # 1)
		Reflexão	Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas	Conhecimentos pedagógicos	Organização de textos históricos, apresentando os objetivos e o desenvolvimento das atividades sobre NC de forma clara (p 100; # 3, 4); (p 101; 1º e 3º momento)
4	Plano de aula	Discussão em grupo	Planejar atividades sobre NC	Conhecimento pedagógico • Conhecimentos prévios	Identificação de alguns aspectos sobre NC que poderiam ser discutidos. (p 99; portfólio semana 3) • Reorganização das atividades de acordo com o tempo. (p 103; # 3) • Decisão de explorar apenas as evidências e limitações do modelo atômico para discutir sobre NC. (p 103; # 2)

Continuação do quadro 5.8: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no primeiro semestre- PCK pessoal.

Práticas em sala de aula- PCK pessoal					
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
4	<ul style="list-style-type: none"> Sugestão de questionamentos que poderiam ser feitos para explorar as evidências do modelo atômico Possíveis respostas e concepções que os alunos podem apresentar Orientações sobre as modificações no planejamento Reformulação das atividades Uso da Science Eye para definir quais aspectos poderiam ser discutidos em cada atividade 	Discussão em grupo	<p>Conhecimento de aspectos que podem facilitar o entendimento dos alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas Planejar atividades sobre NC 	<ul style="list-style-type: none"> Conhecimentos prévios Falta de conhecimento das dificuldades dos alunos 	<p>Reconhecimento da importância de considerar os questionamentos e respostas dos estudantes para favorecer a participação dos mesmos nas atividades e o entendimento do que foi discutido. (p 103; # 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificação de aspectos relevantes sobre NC presentes na atividade. (p 104; # 3) Reelaboração das questões levando em consideração o que se pretendia discutir e os objetivos das mesmas. (p 103; # 1); (p 104; # 2)

atividade e os aspectos de NC que seriam discutidos, o que mostra que, nesse caso, o conhecimento pedagógico de Clara inibiu que ela explicitasse essas discussões.

Como discutido no estudo de caso, não foi possível dar continuidade ao planejamento das atividades sobre NC no primeiro semestre, uma vez que as mesmas não seriam adequadas devido às dificuldades dos estudantes em relação aos conhecimentos que seriam pré-requisitos para as mesmas, situação que prejudicaria o desenvolvimento das discussões sobre os modelos atômicos. Assim, é possível que essa interrupção tenha prejudicado Clara, pois a elaboração de novas atividades poderia contribuir para que ela conseguisse melhorar algumas de suas dificuldades, como a discussão dos aspectos de NC por exemplo.

Considerando as discussões dos quadros 5.1 e 5.2 (relacionados a Ana), percebemos que ela apresentou a mesma dificuldade em discutir os aspectos de NC nas atividades, e que apesar de ela ter planejado as atividades até o final no primeiro semestre, só conseguimos identificar que houve uma melhora desses conhecimentos na semana 15. Além disso, nas pesquisas de Whabeh e Abd-El-Khalick (2014) e Akerson e Hanuscin (2007), por exemplo, que tiveram duração de mais de um ano, os professores não conseguiram inserir discussões sobre NC nas atividades. Isto indica que a continuação dos planejamentos da unidade didática por mais tempo seria importante para o desenvolvimento dos conhecimentos de Clara.

Práticas em sala de aula – 1º semestre

Práticas em sala de aula – PCK&S

Como discutido no estudo de caso, Clara não terminou de aplicar as atividades no primeiro semestre. Entretanto, nos portfólios semanais relacionados às reuniões em que ocorreram trocas de experiências entre os participantes do grupo colaborativo, Clara refletiu sobre a aplicação das atividades dos outros licenciandos. Considerando que os processos de reflexão se constituem em um meio importante para o desenvolvimento dos conhecimentos, conforme afirmam Krajewski e Schwartz (2014), acreditamos que mesmo que o alvo das reflexões não tenha sido sua própria prática, é importante discutir tais reflexões, uma vez que elas podem, de alguma forma, ter influenciado as atividades do segundo semestre.

No quadro 5.9 observamos que, após a troca de experiências na semana 5, Clara reconheceu a importância de considerar os conhecimentos prévios dos alunos ao planejar as atividades. Isso porque, ao não considerar as dificuldades dos alunos em relação ao conceito de

CRISTIANE MARTINS DA SILVA

Quadro 5.9: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no primeiro semestre- PCK&S.

Práticas em sala de aula- PCK&S					
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo –tema das discussões das aulas	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
5	Influência das concepções e conhecimentos prévios dos alunos nas atividades	Troca de experiências	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade dos alunos no momento das discussões • Refletir sobre a validade das atividades aplicadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de conhecimento pedagógico • Falta de conhecimento do contexto 	<p>Na elaboração do plano de aula, não foi considerado dos conhecimentos necessários e das atividades que poderiam favorecer o entendimento e a participação dos estudantes. (p 105; vídeo dos encontros, semana 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento da importância dominar o conteúdo que está sendo discutido • Reconhecimento do uso o plano de aula como um auxílio durante as aulas • Reconhecimentos da importância de discutir e questionar os alunos durante aplicação das atividades (p 107; portfólio, semana 6)
6	Aplicação do plano de aula	Reflexão	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir aspectos sobre NC • Dificuldade dos alunos no momento das discussões • Questionar sobre NC 	<p>Conhecimento pedagógico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento da importância de o professor estudar e estar bem preparado para conduzir as aulas • Importância de planejar anteriormente as discussões e questionamentos que devem ser feitos nas atividades • Importância de planejar e aplicar as atividades sobre NC. (p 108; portfólio, semana 7)
7	Aplicação do plano de aula	Reflexão	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir aspectos sobre NC • Questionar sobre NC 	<p>Conhecimento pedagógico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento da importância de o professor estudar e estar bem preparado para conduzir as aulas • Importância de planejar anteriormente as discussões e questionamentos que devem ser feitos nas atividades • Importância de planejar e aplicar as atividades sobre NC. (p 108; portfólio, semana 7)

matéria, situação que tinha sido discutida por uma das coordenadoras, Clara não conseguiu dar prosseguimento ao ensino de modelos atômicos. Esse tipo de situação é comum de acontecer com professores em formação, uma vez que as considerações sobre os melhores métodos e práticas utilizadas sobre um conteúdo, assim como sobre as dificuldades ou conhecimentos prévios que os alunos podem possuir, são tipos de conhecimentos que são adquiridos a partir da prática docente (Miras, 2006). Dessa forma, supomos que a falta de experiência de Clara em sala de aula tenha contribuído para a ocorrência daquela situação.

Nas reflexões realizadas nas semanas 6 e 7, Clara comentou acerca das suas experiências e das dos outros licenciandos, por exemplo sobre a importância de estar preparado para conduzir as aulas. Nesse caso ela explicou que, para acompanhar o início das atividades na escola, foi preciso que ela estivesse bem preparada para pensar na melhor forma de discutir ou questionar os alunos sobre o conteúdo. Em outras situações, ela refletiu sobre os acontecimentos ocorridos durante a aula, como as ideias inadequadas dos alunos e imprevistos que não são esperados e que devem ser considerados pelo professor, favorecendo uma melhora de suas ações em atividades futuras.

Assim como Ana, Clara também citou a importância do desenvolvimento do PCK. Supomos que isso tenha acontecido em função de Clara também cursar a disciplina Estágio Supervisionado I naquela época. Dessa forma, acreditamos que essa reflexão tenha surgido a partir das experiências vividas na disciplina.

Conhecimento profissional específico de NC – 2º semestre

No quadro 5.10 podemos observar que, nas semanas 11 e 12, ao refletir sobre as atividades que seriam exploradas no segundo semestre (relacionadas ao júri simulado), Clara reconheceu a importância desse tipo de atividade para discutir sobre NC, bem como os aspectos de NC que poderiam ser discutidos previamente. Como destacado no estudo de caso, os licenciandos haviam participado de uma atividade similar anteriormente, o que parece ter favorecido que Clara identificasse a importância da mesma e dos aspectos de NC que poderiam ser discutidos.

CRISTIANE MARTINS DA SILVA

Quadro 5.10: Análise do conhecimento profissional específico de natureza da ciência no segundo semestre.

Conhecimento profissional específico de natureza da ciência						
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências	
11 e 12	Orientações (introduzidas nas semanas anteriores) sobre atividades que favorecem discussões sobre NC	Discussão em grupo	Atividades que favorecem a discussão sobre NC	Estratégias que favorecem a discussão e o envolvimento dos estudantes	Reconhecimento da importância de usar atividades que envolvam argumentação e questões sociocientíficas para discutir aspectos de NC. (p. 109; portfólio, planejamento)	
		Reflexão	Conhecimento de aspectos que possam facilitar o entendimento dos alunos	Conhecimento das dificuldades dos alunos	Planejamento de atividades para suprir a dificuldade dos alunos. (p. 109; portfólio, planejamento)	
19	Planejamento das atividades	Reflexão	Conhecimento de aspectos que facilitem o entendimento dos alunos sobre NC	Conhecimento das dificuldades dos alunos	Planejamento das atividades a partir dos conhecimentos dos alunos. (p. 118; portfólio, planejamento)	

No planejamento das atividades, Clara levou em consideração as dificuldades que os alunos poderiam ter. Por exemplo, no início das atividades, seu grupo decidiu inserir vídeos para discutir o que era um organismo transgênico, conceito que eles acreditavam que os alunos não conheciam. Nos parece que a consideração das dificuldades dos alunos foi considerada em todo o planejamento, uma vez que ao apresentar o planejamento, Clara explicou que as atividades foram planejadas com o objetivo de suprir as dificuldades dos alunos,

Práticas em sala de aula – 2º semestre

Práticas em sala de aula – PCK pessoal

No quadro 5.11, podemos perceber que Clara conseguiu organizar as atividades que seriam aplicadas no segundo semestre de forma adequada. Apesar das atividades já terem sido vivenciadas, ela conseguiu definir ações importantes para a condução das mesmas, levando em consideração as dificuldades que os alunos poderiam ter. Por exemplo, no início das atividades, seu grupo decidiu inserir vídeos para discutir o que era um organismo transgênico, conceito que eles acreditavam que os alunos não conheciam. Em outro momento, o grupo decidiu inserir a atividade “Crânio de Copérnico”¹⁴, para favorecer as discussões sobre evidências, pois isto poderia auxiliar os alunos posteriormente na elaboração de argumentos, situação que eles também julgavam que os alunos teriam dificuldade. Essas atividades não estavam presentes na atividade original vivenciada pelos licenciandos. Por isso, supomos que os conhecimentos pedagógicos sobre definição de objetivos e organização das atividades sobre NC apresentados nas atividades do primeiro semestre contribuíram para que ela conseguisse organizar e planejar as atividades.

A organização de unidades didáticas ou de estratégias de ensino é um dos conhecimentos que são desenvolvidos mais facilmente pelos professores ao planejar atividades (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000), conhecimento que também foi apresentado por Clara. Entretanto a consideração das dificuldades dos estudantes nesses planejamentos se mostra relevante uma vez que, como discutido na análise de Ana e nas pesquisas já citadas (Akerson *et al.*, 2010; Faikhamta, 2013; Akerson *et al.*, 2012; Hanuscin *et al.* 2011), os professores não consideram as dificuldades dos estudantes relativas à NC nos seus planejamentos e nem nas

¹⁴ Atividade que, como mencionado anteriormente, visava discutir a importância do uso de evidências em um argumento.

Quadro 5.11: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no segundo semestre- PCK pessoal.

Práticas em sala de aula- PCK pessoal					
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
11 e 12	Identificação dos aspectos sobre NC e orientações de como eles serão discutidos	Reflexão	Planejar atividades sobre NC	<ul style="list-style-type: none"> Conhecimentos prévios Falta de conhecimento pedagógico 	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldade em selecionar os aspectos de NC nas atividades (p 110; portfólio, planejamento) Dificuldade em explicitar como discutir os aspectos de NC. (p 111; portfólio, evento 4 e 5)
13	Inserção de elementos que favoreçam as discussões sobre NC nas atividades	Discussão em grupo	Planejar atividades sobre NC	Conhecimento pedagógico	Elaboração de questões que favoreçam as discussões sobre NC. (p 112; vídeo dos encontros, semana 13)
14	<ul style="list-style-type: none"> Importância das discussões explícitas sobre NC Articulação entre os aspectos de NC, as atividades planejadas e as formas como elas serão discutidas 	<ul style="list-style-type: none"> Discussão em grupo Reflexão 	<ul style="list-style-type: none"> Planejar atividades sobre NC Conhecimento de aspectos que facilitem o entendimento dos alunos sobre NC 	<ul style="list-style-type: none"> Conhecimentos prévios Falta de conhecimento pedagógico 	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldade em explicitar como os aspectos de NC seriam discutidos com os alunos e a forma como seriam conduzidas as discussões desses aspectos em sala. (p 113; portfólio, p 5)
	<ul style="list-style-type: none"> Identificação dos aspectos sobre NC presentes nas atividades Uso da Science Eye 	Discussão em grupo	Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas	Conhecimentos prévios	Seleção de aspectos sobre NC de acordo com a Science Eye. (p 114; portfólio, p 1)

Continuação do quadro 5.1.1: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no segundo semestre- PCK pessoal.

Práticas em sala de aula- PCK pessoal						
Semana	Tema das discussões do grupo colaborativo	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências	
15	Sugestões e orientações relacionadas às discussões sobre NC	Discussão em grupo	Planejar atividades sobre NC	Conhecimentos pedagógicos	Definição de como os aspectos de NC seriam discutidos. (p 115; # 3)	
19	Aspectos sobre NC e formas que serão explorados no planejamento	Discussão em grupo	<ul style="list-style-type: none"> Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas Atividades que favorecem a discussão sobre NC 	<ul style="list-style-type: none"> Conhecimento pedagógico Estratégias que favorecem a discussão e o envolvimento dos estudantes 	<ul style="list-style-type: none"> Definição das áreas de conhecimento exploradas. (p 117; vídeo dos encontros, semana 19) Reconhecimento da importância de atividades que envolvam argumentação para discutir aspectos de NC. (p 116; vídeo dos encontros, semana 19) Discutir NC explicitamente a partir dos argumentos produzidos pelos alunos (p 117; vídeo dos encontros, semana 19) 	
	Explorar questões relacionando teorias propostas e teorias aceitas para discutir NC	Discussão em grupo	Aspectos de NC e áreas de conhecimento exploradas	Conhecimento pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> Explicitação das orientações e formas de discussão dos aspectos sobre NC. (p 117; vídeo dos encontros, semana 19) 	

discussões em sala de aula. Esse fato, evidencia um desenvolvimento no conhecimento de Clara sobre ‘conhecimento das dificuldades dos alunos’.

Apesar disso, Clara teve dificuldades em identificar os aspectos de NC e em propor como eles seriam discutidos durante a organização e adequação das atividades nas semanas 11 e 12 (quadro 5.11). Consideramos que as limitações de seus conhecimentos pedagógicos e prévios inibiram o desenvolvimento de conhecimentos que favorecessem discutir sobre as atividades e selecionar os aspectos de NC. Isto porque ela teve dificuldades em definir como os aspectos de NC seriam discutidos no primeiro semestre, limitação que não foi superada naquela época.

Na semana 13, Clara conseguiu elaborar questões que poderiam favorecer as discussões sobre NC. Por exemplo, ela propôs inserir questões sobre o símbolo dos organismos transgênicos e sobre o conhecimento dos estudantes relacionado aos organismos transgênicos (o que propiciaria discutir sobre o assunto a partir das respostas dos mesmos). Essa era uma dificuldade apresentada por ela nas atividades do primeiro semestre, e acreditamos que as orientações do grupo colaborativo discutidas anteriormente tenham favorecido esse tipo de conhecimento pedagógico, propiciando assim a modificação de seus conhecimentos sobre ‘planejamento de atividades sobre NC’.

Ainda em relação ao quadro 5.11, percebemos que a semana 14 mostra a dificuldade de Clara em identificar as formas de se discutir sobre NC, fato que foi enfatizado pelas coordenadoras ao comentarem sobre a falta de discussão do assunto no planejamento. Sobre isso, ela reconheceu não saber como fazer para discutir sobre os aspectos de NC, dificuldade apresentada por ela no primeiro semestre e que ainda não havia sido superada. A partir daí, as coordenadoras fizeram considerações pertinentes para auxiliar Clara a pensar em quais aspectos de NC seriam discutidos e em quais momentos nas aulas isto aconteceria. Além disso, os licenciandos deveriam pensar sobre como NC seria inserida em todo o processo argumentativo que seria desenvolvido pelos alunos no júri simulado, uma vez que aquele processo estava repleto de situações que favoreciam as discussões sobre NC. Entretanto, isso só poderia ser feito após os licenciandos identificarem os aspectos de NC e relacioná-los com os argumentos que poderiam ser elaborados a partir dos textos – etapa que ainda estava sendo desenvolvida por eles.

Na semana 15, após os questionamentos de uma das coordenadoras, Clara identificou a melhor forma de discutir sobre NC nas atividades: promover discussões sobre NC a partir dos

argumentos elaborados pelos alunos para o júri simulado. A nosso ver, essa modificação ocorreu em função das sugestões das coordenadoras na semana anterior, quando elas explicaram que os argumentos elaborados pelos alunos no júri simulado poderiam favorecer as discussões de NC.

Além disso, Clara conseguiu selecionar os aspectos de NC que poderiam ser discutidos nas atividades, situação que acreditamos ter sido favorecida pelo uso da Science Eye, uma vez que na semana 13, ela não havia conseguido identificar o que poderia ser discutido de NC nas atividades. Entretanto, após as sugestões do uso da Science Eye pelas coordenadoras e ela admitir estar usando o modelo para selecionar os aspectos de NC, observamos que houve uma melhora desses conhecimentos. Considerando que na literatura houve a mesma dificuldade (Akerson & Hanuscin, 2007; Demirdöğen *et al.*, 2015), assim como houve dificuldades por parte de Ana que só foram superadas após o uso do modelo, novamente enfatizamos a importância da Science Eye no planejamento das atividades.

Na semana 19 (quadro 5.11), Clara explicitou aos participantes do grupo colaborativo a adequação das atividades, apresentando uma melhora significativa no conhecimento sobre planejamento das unidades didáticas sobre NC. Por exemplo, ela explicou a importância das discussões sobre NC e listou os aspectos de NC que seriam discutidos em atividade (como a Influência de condições sociais, políticas e econômicas nas práticas científicas, que poderiam ser discutidas na atividade 3). Outro ponto comentado foi a forma como os aspectos de NC seriam discutidos. Por exemplo, ela explicou que pretendia discutir os aspectos de NC quando auxiliasse os estudantes a elaborar os argumentos para o júri simulado e também durante o veredito do júri.

Assim como Ana, Clara conseguiu discutir as dificuldades apresentadas por ela ao longo do planejamento do primeiro e do segundo semestre. Isto parece indicar que as discussões do grupo colaborativo foram favoráveis para que ela melhorasse tais conhecimentos, uma vez que o trabalho em conjunto, a partir de engajamento mútuo entre os sujeitos com diferentes níveis de formação, a partir de trocas de experiências, auxiliam no desenvolvimento dos conhecimentos dos professores sobre NC (Akerson *et al.*, 2012).

Práticas em sala de aula – 2º semestre

Práticas em sala de aula – PCK&S

No quadro 5.12 observamos que, no início das atividades do segundo semestre, Clara teve dificuldade em conduzir as discussões de NC, sendo necessária a intervenção da professora supervisora para a condução das atividades. Isso aconteceu nas aulas 1 e 2, quando ela tentou discutir sobre a produção dos fatos científicos e sobre os métodos e práticas presentes na ciência. Supomos que a falta de experiência de Clara em sala de aula, inclusive por não ter aplicado as atividades no primeiro semestre, tenha contribuído para a ocorrência desses problemas. Além da falta de experiência, ela citou em suas reflexões a insegurança e o nervosismo que ela estava sentindo ao conduzir as atividades pela primeira vez.

Tal situação foi agravada devido à enorme timidez dos alunos, o que resultava em eles ficarem calados nos momentos em que Clara tentava questioná-los, fazendo com que ela não conseguisse dar prosseguimento às discussões. A pesquisa de Hanuscin *et al.* (2011) identificou a mesma situação que aconteceu com Clara, pois os professores analisados em sua pesquisa também tiveram dificuldade em lidar com situações inesperadas que acontecem em sala de aula, o que prejudicou a condução das discussões por parte deles. Nesse sentido, acreditamos que a reflexão realizada por Clara se mostrou bastante relevante, uma vez que a partir dela foi possível que ela conseguisse identificar os problemas que aconteceram durante a condução da atividade, como a falta de interação com os alunos ou a dificuldade em formular questões relevantes que favorecessem as discussões.

Parece-nos que essas reflexões foram relevantes para Clara, visto que houve uma melhora significativa em sua condução das atividades a partir da aula 3, quando ela conseguiu discutir sobre os interesses políticos e econômicos que podem influenciar a ciência e as publicações científicas. Naquele momento, ela utilizou exemplos de afirmativas controversas numa situação científica para realizar as discussões.

Na aula 6, Clara teve dificuldade em discutir os aspectos de NC presentes nos argumentos produzidos pelos estudantes para o júri simulado, sendo necessário que a professora supervisora a auxiliasse. Essas discussões não estavam previstas no planejamento e a decisão de questionar os alunos sobre os argumentos surgiu no dia da aula, quando Clara e as pesquisadoras chegaram à conclusão de que seria importante para o desenvolvimento do júri simulado analisar os argumentos produzidos pelos alunos e discutir quais aspectos de NC

ANÁLISE DE CONHECIMENTOS E HABILIDADES SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA DE PROFESSORES DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL DURANTE PARTICIPAÇÃO EM UM GRUPO COLABORATIVO

CAPÍTULO 5

CRISTIANE MARTINS DA SILVA

Quadro 5.12: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no segundo semestre- PCK&S.

Práticas em sala de aula - PCK&S					
Semana/ Aulas	Tema das discussões do grupo colaborativo – tema das discussões das aulas	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências
Aula 1	Produção do conhecimento científico	Aplicação do planejamento	<ul style="list-style-type: none"> Conduzir discussões explícitas sobre NC Questionar sobre NC 	<p>Falta de conhecimento pedagógico</p>	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldade em conduzir as discussões sobre a produção da ciência Condução das discussões pela professora supervisora. (p 120, L 13)
		Reflexão	<ul style="list-style-type: none"> Questionar sobre NC Dificuldade dos alunos no momento das discussões 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de conhecimento pedagógico Conhecimento das dificuldades dos estudantes 	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldade em fazer questionamentos claros que favorecessem a discussão sobre NC e a interação dos alunos. (p 122; portfólio, aplicação) Percepção da dificuldade dos alunos para entender as características do conhecimento científico (p 122; portfólio, aplicação)
Aula 2	Uso de evidências na ciência	Aplicação do planejamento	<ul style="list-style-type: none"> Conduzir discussões explícitas sobre NC Questionar sobre NC 	<p>Falta de conhecimento pedagógico</p>	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldade em conduzir as discussões sobre teorias e evidências. (p 123; L 13)
		Reflexão	<ul style="list-style-type: none"> Conduzir discussões explícitas sobre NC Questionar sobre NC Conseguir lidar com situações inesperadas 	<p>Falta de conhecimento pedagógico</p>	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldade em conduzir as discussões sobre NC quando os alunos ficaram calados Dificuldade em fazer questionamentos sobre NC Reflexão sobre o que poderia ser discutido. (p 125; portfólio, aplicação)

CRISTIANE MARTINS DA SILVA

Continuação do quadro 5.12: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no segundo semestre- PCK&S.

Práticas em sala de aula- PCK&S						
Semana/ Aulas	Tema das discussões do grupo colaborativo – tema das discussões das aulas	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências	
Aula 3	Importância das condições sociais, políticas e econômicas na ciência	Aplicação do planejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir aspectos sobre NC • Questionar sobre NC 	Conhecimento pedagógico	Questionamentos e discussões sobre a influência de interesses econômicos na ciência. (p 126; vídeo das aulas, aula 3); (p 127; portfólio, aplicação)	
Aula 6	Aspectos de NC presentes nos argumentos produzidos pelos alunos	Aplicação do planejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir aspectos sobre NC • Conseguir lidar com situações inesperadas 	Falta de conhecimento pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade em discutir os aspectos de NC presentes nos argumentos • Condução das discussões pela professora supervisora. (p 127; vídeo das aulas, aula 6) 	
Aula 7	Aspectos de NC presentes nos argumentos produzidos pelos alunos	Planejamento das discussões	Discutir aspectos sobre NC	Conhecimento pedagógico	Seleção de aspectos e discussões relevantes sobre NC. (p 130; # 2); (p 130, 131, 132, 133; áudio das discussões para preparação da aula).	
		Aplicação do planejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Conduzir discussões explícitas sobre NC • Questionar sobre NC 	Conhecimento pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> • Questionamentos e discussões de NC a partir dos argumentos produzidos. (p 134, 135, 136, 137, 138, 139; vídeo das aulas, aula 7) 	

Continuação do quadro 5.12: Análise das práticas em sala de aula apresentadas no segundo semestre- PCK&S.

Práticas em sala de aula- PCK&S						
Semana/ Aulas	Tema das discussões do grupo colaborativo – tema das discussões das aulas	Etapa do processo	Conhecimentos das categorias- etapa 1	Conhecimentos das categorias- etapa 2	Evidências	
Aula 7	Aspectos de NC presentes nos argumentos produzidos pelos alunos	Reflexão	Refletir sobre a validade das atividades aplicadas	Conhecimento pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento da importância do processo vivenciado para a formação como professora • Reconhecimento da melhora na condução das atividades devido ao auxílio do grupo colaborativo e pela reflexão e preparação das atividades. (p 140; portfólio, aplicação) 	
Semana final	Conduzir discussões em sala de aula	Troca de experiências	Refletir sobre a validade das atividades aplicadas	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de conhecimento pedagógico • Conhecimento do contexto de sala de aula 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade em formular questões para favorecer as discussões • Dificuldade em conduzir as discussões devido à timidez dos alunos. (p 140; L 31); (p 141; L18); (p 142; L 21); 	

estavam presentes nos mesmos. É possível que essa dificuldade tenha surgido porque ela não estava preparada para conduzir as discussões. Tal afirmativa se justifica porque ela havia explicitado em suas reflexões a importância de planejar anteriormente como as atividades seriam conduzidas e os questionamentos que poderiam ser feitos para orientar as discussões em sala de aula. Novamente percebemos que, assim como discutido na literatura (Hanuscin *et al.*, 2011), Clara não conseguiu lidar com as situações inesperadas que surgiram nas aulas.

Nas discussões relacionadas ao júri simulado na aula 7, foco principal das discussões de NC, percebemos que Clara conseguiu selecionar aspectos de NC relevantes para a discussão a partir dos argumentos produzidos pelos estudantes. Por exemplo, ao discutir a afirmativa dos estudantes de que as empresas não rotulam os alimentos transgênicos de acordo com a lei, Clara decidiu discutir as questões políticas que influenciam a ciência. Essa seleção de aspectos de NC evidencia uma evolução nos conhecimentos de 'planejamento sobre NC' e na 'definição de como os aspectos de NC seriam discutidos', situação que se mostra relevante, uma vez que ela anteriormente havia apresentado dificuldades em definir como os aspectos seriam discutidos. Nesse caso, ao planejar as discussões sobre NC em sala, a identificação do que seria discutido e a forma como a discussão seria conduzida emergiram naturalmente durante a análise que Clara fez dos argumentos elaborados pelos alunos.

O quadro 5.12 mostra também que, depois da seleção dos aspectos, Clara conduziu as discussões sobre NC de forma adequada e relevante, uma vez que além das discussões que havia preparado anteriormente, ela conseguiu discutir sobre NC a partir de situações que não eram esperadas. Por exemplo, quando os alunos ficaram em dúvida sobre o que era patente, Clara esclareceu o significado da palavra, e aproveitou para discutir sobre a comercialização da ciência e do conhecimento científico. Tal situação evidencia uma evolução em relação à habilidade de 'lidar com situações inesperadas' que não havia sido demonstrada nas aulas anteriores.

Em outros momentos, Clara promoveu discussões que não estavam previstas. Por exemplo, após discutir sobre o papel do ser humano na produção e utilização do conhecimento científico, Clara relatou a história de Fritz Haber, mostrando que o conhecimento não é produzido para o bem ou para o mal, e que suas consequências dependem do uso que o ser humano faz dele. Isto mostra que ela conseguiu conduzir 'discussões sobre NC', o que é importante uma vez que nas aulas iniciais (1 e 2 por exemplo), ela não havia conseguido conduzir tais discussões, sendo necessária a intervenção da professora supervisora.

Ao refletir sobre a aplicação da unidade didática, Clara reconheceu a importância do processo vivenciado para a sua formação e a relevância do auxílio do grupo colaborativo na aplicação das atividades. Além disso, destacamos a evolução da condução das atividades por parte de Clara. Para ela, isto aconteceu devido às reflexões que ela fazia no planejamento da aplicação das atividades, uma vez que ela sempre analisava o que poderia ser discutido anteriormente e, após a aplicação das atividades, tentava sempre analisar os problemas que haviam ocorrido e os aspectos que poderiam ser melhorados.

Conhecimentos apresentados no final das atividades – Clara

Analisando o questionário final, constatamos que houve uma melhora significativa nos conhecimentos de Clara, pois ela expressou várias ideias importantes sobre NC, como a “*ciência ser caracterizada por apresentar várias áreas de conhecimento, que dialogam entre si e que buscam investigar e compreender certos fenômenos ou acontecimentos*”, entre outros. Ela reconheceu que tinha concepções ingênuas sobre ciência, como o conhecimento científico ser produzido apenas no laboratório. Tais situações mostram a relevância do curso de formação, pois no início do mesmo ela tinha visões simplistas de ciência, como pensar ciência voltada apenas para a formação profissional.

Sobre a introdução de NC no ensino, ela afirmou que isto era importante para o aluno, pois o ensino de NC poderia facilitar a tomada de decisão em situações controversas como as relacionadas com os organismos transgênicos, por exemplo. Podemos perceber em sua resposta a influência da atividade planejada por ela, o que evidencia a importância dos processos vivenciados naquele contexto, principalmente devido aos conhecimentos que ela tinha no início do curso de formação.

Sobre o planejamento das atividades, Clara reconheceu que a sua maior dificuldade foi pensar em como introduzir as características da ciência de forma explícita. Isto foi nitidamente evidenciado em nossa análise pela presença, nos quadros de análise, da identificação de momentos em que ela teve dificuldade em identificar como os aspectos de NC poderiam ser discutidos em sala.

Em relação à aplicação, suas maiores dificuldades foram conseguir explicitar os aspectos de NC de forma precisa e fazer questionamentos que favorecessem as discussões. Para lidar com essas dificuldades, enquanto estava planejando a aplicação das atividades em sala de aula, ela procurou pensar em questões que poderiam ajudar a compreender o que os alunos pensavam,

o que ela também não havia conseguido fazer no início da aplicação das atividades em sala de aula (aulas 1 e 2), situações em que foi necessária a intervenção da professora supervisora.

Para atuar como professora, Clara acreditava que ainda precisava se expressar de forma mais precisa, além de interagir mais com os alunos. Essas dificuldades foram identificadas por Clara durante a aplicação das atividades e citadas por ela em suas reflexões.

Sobre a Science Eye, Clara acreditava que ela apresenta uma visão mais ampla e complexa da ciência. Além disso, ela alegou que o modelo possibilitou planejar quais aspectos seriam importantes de serem abordados nas aulas, além possibilitar acompanhar quais aspectos já haviam sido e quais poderiam ser discutidos. O estudo de caso mostra que a Science Eye realmente favoreceu a identificação dos aspectos de NC, como declarado por Clara, principalmente nas atividades do segundo semestre.

Além de analisar a importância das instruções iniciais sobre NC que vivenciou no início do curso de formação, Clara reconheceu que a experiência de elaborar e aplicar planejamentos sobre ciência fez com que ela se sentisse mais confiante para abordar características da ciência durante o ensino. Além disso, ela acreditava que as discussões no grupo colaborativo também foram muito importantes para perceber em quais pontos ela ainda precisava melhorar em relação ao seu conhecimento sobre ciência, e sobre como trabalhá-lo com os estudantes. Essa influência das discussões no desenvolvimento de Clara pode ser vista em muitos momentos da análise dos quadros, como nas discussões sobre como os aspectos de NC poderiam ser discutidos na semana 13 e 14, por exemplo.

CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Conclusões

Para responder nossas questões de pesquisa, apresentamos a seguir as conclusões referentes aos aspectos que evidenciam a contribuição da participação em um grupo colaborativo para o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades sobre NC das licenciandas e a influência do grupo colaborativo para o desenvolvimento desses conhecimentos. Para isso, as conclusões são apresentadas a partir dos elementos pertencentes às duas categorias principais de análise (*“conhecimento profissional específico de natureza da ciência”* e *“práticas em sala de aula”*), que foram utilizadas na investigação dos conhecimentos e das habilidades sobre NC das licenciandas durante o curso de formação, discutidas no capítulo anterior.

Como os conhecimentos e as habilidades de planejar e conduzir atividades de ensino envolvendo natureza da ciência de professores de Química em formação inicial se desenvolvem quando eles participam de um grupo colaborativo?

Para responder essa questão de pesquisa, buscamos examinar, nos estudos de caso e nas discussões dos mesmos, os aspectos que evidenciam as contribuições do grupo colaborativo para os conhecimentos relacionados ao planejamento e à elaboração das unidades didáticas sobre NC e para a ação docente das licenciandas nas situações vivenciadas em sala de aula.

Considerando inicialmente os elementos sobre o *“conhecimento profissional específico de natureza da ciência”*, concluímos que a participação no grupo colaborativo contribuiu para o desenvolvimento do conhecimento sobre ‘atividades que favorecem a discussão de NC’ das duas licenciandas. Isto porque nas atividades iniciais do primeiro semestre, as licenciandas concebiam as discussões de NC apenas a partir de atividades relacionadas à história da ciência que elas haviam vivenciado anteriormente. Entretanto, no segundo semestre Ana conseguiu trabalhar com atividades de modelagem e argumentação, e Clara com atividades de argumentação em contextos sociocientíficos. Nesse caso, as discussões realizadas pelas coordenadoras nas semanas, 8, 9 e 10 foram relevantes para o desenvolvimento das licenciandas. Acreditamos que a vivência dessa diversidade de atividades foi importante uma vez que nas pesquisas analisadas (Schwartz & Lederman, 2002; Krajewski & Schwartz, 2014; Whabeh & Abd-El-Khalick, 2014;

Hanuscin, 2013), as atividades planejadas para discutir sobre NC versavam especificamente sobre história da ciência e sobre atividades investigativas, mas do tipo criticado por Hodson (2014a), isto é, sequências investigativas nas quais o aluno segue passos definidos até chegar a uma conclusão de acordo com as metodologias utilizadas pelos cientistas. Segundo o autor, este tipo de atividade não favorece o entendimento de NC por parte dos alunos.

O conhecimento de 'concepções equivocadas, ideias prévias ou dificuldades de aprendizagem que os estudantes possuem sobre NC' também se constitui como um elemento do conhecimento profissional específico de NC. Em relação a ele, concluímos que a participação no grupo colaborativo contribuiu para o desenvolvimento do conhecimento desse elemento para as duas licenciandas. Para Ana, essa evolução não se deu de forma tão satisfatória, uma vez que ele só se manifestou no fim das atividades, a partir da semana 13, quando ela começou a se preocupar com situações que pudessem favorecer o entendimento dos alunos em sala de aula. Além disso, tal desenvolvimento só se mostrou mais relevante na semana 16, quando Ana se preocupou em discutir sobre evidências e justificativas antes das atividades, após reconhecer que os alunos não sabiam o significado desses conceitos e que isto poderia prejudicar as discussões de NC.

Para Clara, o desenvolvimento desse conhecimento se deu desde o início das atividades, mais especificamente a partir da semana 4 e de forma muito evidente nas semanas 11, 12, 14 e 19. No início das atividades da semana 4, visando favorecer a condução das atividades, Clara se preocupou, por exemplo, em pesquisar sobre as concepções inadequadas dos estudantes em relação à NC e em considerar os questionamentos e as respostas que os estudantes poderiam apresentar em relação às evidências e limitações do modelo atômico de Dalton.

Como discutido no capítulo 5, conhecimentos sobre 'concepções equivocadas, ideias prévias ou dificuldades de aprendizagem que os estudantes possuem sobre NC' não foram desenvolvidos na maioria das pesquisas discutidas nesse trabalho (Akerson, Buzzelli, & Donnelly, 2010; Faikhamta, 2013; Akerson *et al.*, 2012; Akerson *et al.*; 2007; Bektas, 2013; Aydin, 2015; Whabeh & Abd-El-Khalick, 2014). Acreditamos, que o desenvolvimento desses conhecimentos por parte das licenciandas analisadas nesse trabalho se deva a três fatores que não foram explorados profundamente na maioria dos trabalhos citados. O primeiro desses fatores e, a nosso ver, o mais importante, se relaciona à aplicação das atividades em sala de aula, situação que favoreceu por exemplo, que Ana começasse a se preocupar com fatores que pudessem favorecer o entendimento dos alunos. Nas pesquisas de Aydin (2015), Bektas (2013), Faikhamta

(2013) e Demirdöğen *et al.* (2015), por exemplo, os professores só desenvolveram planejamento de unidades didáticas sem aplicá-las, o que acreditamos que tenha impedido que esses conhecimentos fossem desenvolvidos.

Os outros dois pontos a serem considerados se relacionam ao tempo da pesquisa e às discussões, trocas de experiência e reflexões ocorridas no grupo colaborativo. Das pesquisas analisadas, algumas foram desenvolvidas em um tempo curto como, por exemplo, a de Whabeh e Abd-El-Khalick (2014) que envolveu acompanhamento de professores por seis meses. Em nossa pesquisa, percebemos que foi necessário tempo para que Ana desenvolvesse esse conhecimento. Além disso, nas pesquisas de longa duração e com aplicação dos planejamentos em sala de aula (como a de Akerson *et al.* (2007), que aconteceu durante três anos), não conseguimos identificar nenhuma evidência da ocorrência de troca de experiências entre os participantes ou reflexão realizada pelos professores. O desenvolvimento dos conhecimentos de Clara, por exemplo, começou a ocorrer a partir das discussões em grupo no início do planejamento.

Considerando os elementos da categoria “*Práticas em sala de aula*”, percebemos participação no grupo colaborativo também contribuiu para o desenvolvimento do conhecimento sobre ‘planejamento das atividades’ por parte das licenciandas. Para Ana, essa evolução aconteceu a partir da semana 4, quando ela conseguiu organizar os textos produzidos sobre o modelo atômico de Dalton de acordo com o tempo e com informações relevantes para a discussão das atividades. Outros elementos do planejamento das atividades, como as orientações e formas de se discutir sobre NC, se caracterizaram como algumas das maiores dificuldades de Ana e só foram desenvolvidas a partir da semana 15, quando ela conseguiu inserir as orientações para as discussões dos aspectos de NC selecionados nas atividades de argumentação e modelagem.

Em relação ao elemento da categoria ‘capacidade de definir os aspectos de NC que serão explorados em uma unidade didática’, concluímos que a participação no grupo colaborativo contribuiu significativamente para o desenvolvimento desse conhecimento por parte das licenciandas. Este conhecimento, juntamente com a definição das formas de discussão dos aspectos de NC, foram os mais complexos a serem desenvolvidos para ambas as licenciandas, uma vez que elas tiveram grandes dificuldades relacionadas a esses dois elementos ao longo de quase todas as semanas.

Em relação a Ana, o conhecimento sobre a definição dos aspectos de NC começou a ser percebido na semana 5, quando ela conseguiu definir os aspectos de NC que seriam discutidos nas atividades sobre modelos atômicos, e a partir da semana 13, a partir de conversas com uma das pesquisadoras, o que se repetiu e evoluiu nas semanas 14 e 15.

No caso de Clara, observamos um desenvolvimento bem similar ao de Ana, uma vez que esse conhecimento se manifestou nas semanas 3 e 4, quando ela conseguiu definir os aspectos que seriam discutidos nos textos desenvolvidos sobre os modelos atômicos. Nas atividades do segundo semestre, essa evolução se manifestou nas semanas 14 e 19, momentos em que ela conseguiu definir os aspectos que seriam presentes nos textos que seriam utilizados pelos alunos para produzir os argumentos do júri simulado.

Além disso, como discutido no capítulo cinco, o desenvolvimento desse conhecimento foi favorecido pelo uso da Science Eye por parte da licenciandas, uma vez que antes de utilizar esse modelo, as duas licenciandas não conseguiram identificar todos os aspectos que poderiam ser discutidos nas atividades planejadas. O uso desse modelo se mostra relevante no planejamento e aplicação de atividades sobre NC por parte dos professores, assim como em pesquisas futuras sobre tais utilizações da mesma. Em outras pesquisas (Hanuscin *et al.*, 2011; Hanuscin, 2013, Akerson *et al.*, 2007; Krajewski & Schwartz, 2014) os professores analisados tiveram dificuldade em identificar os aspectos de NC, e quando esses aspectos foram selecionados, foram discutidos apenas aqueles constituintes da lista de características de NC proposta pelo grupo de Lederman.

Considerando o exposto nos parágrafos anteriores, podemos concluir que tivemos evidências do desenvolvimento dos conhecimentos relativos a todos os elementos pertencentes à categoria “*práticas em sala de aula*” em relação ao PCK pessoal das licenciandas. Essa evolução se deu de forma gradual, o que nos leva a supor que as experiências que as licenciandas foram adquirindo durante o curso de formação favoreceram essa situação. Outro ponto a ser destacado é que, apesar de o desenvolvimento das licenciandas ter sido significativo, percebemos que o mesmo se deu em níveis diferentes, uma vez que em algumas situações o desenvolvimento de uma licencianda foi mais satisfatório do que o da outra. Este é o caso, por exemplo, dos conhecimentos sobre as dificuldades dos alunos, que foi mais desenvolvido por Clara do que por Ana. Naturalmente, considerando que a idiosincrasia é uma das características da construção de conhecimento, este era um resultado esperado. Entretanto, devemos destacar que a evolução das licenciandas se deu com o desenvolvimento de atividades e de situações

vivenciadas, algumas delas em contextos de sala de aula diferentes para cada uma. Isto aponta para o sucesso do planejamento das atividades desenvolvidas no grupo colaborativo.

Em relação à categoria “*práticas em sala de aula*” relacionados ao PCK&S, discutimos inicialmente a habilidade de ‘conseguir lidar com situações inesperadas’. A participação no grupo colaborativo contribuiu para o desenvolvimento dessa habilidade para as duas licenciandas. Para Ana, essa evolução ficou evidente na aula 8, quando ela aproveitou para discutir sobre evidências na ciência quando os alunos afirmaram acreditar que era possível ver os átomos pelo microscópio. No início da aplicação das atividades do primeiro semestre, Ana não havia conseguido lidar com situações inesperadas, como quando, frente ao silêncio dos alunos, ela não conseguiu conduzir as discussões sobre os aspectos de NC presentes nos modelos atômicos. Em relação à Clara, a evolução dessa habilidade se manifestou apenas na aula 7, quando ela aproveitou para discutir sobre NC a partir das dúvidas dos alunos. Anteriormente, ela não havia conseguido lidar com as situações inesperadas nas aulas 2 e 6.

Em relação à habilidade de fazer ‘questionamentos sobre NC’ durante a condução das atividades, concluímos que a participação no grupo colaborativo contribuiu para o desenvolvimento dessa habilidade para as duas licenciandas. Em relação à Ana, essa habilidade começou a ser desenvolvida ainda nas atividades do primeiro semestre, na semana 7, e foi recorrente em quase todas as aulas aplicadas por Ana no segundo semestre. Para Clara, o desenvolvimento dessa habilidade não foi tão satisfatório quanto esperado, uma vez que os questionamentos feitos por ela foram significativos apenas na aula 7, quando ela questionou os alunos a partir dos argumentos produzidos por eles.

A participação no grupo colaborativo também contribuiu para o desenvolvimento da habilidade de ‘discutir aspectos de NC’ para as duas licenciandas. Para Ana, o desenvolvimento se manifestou de forma crescente a partir da semana 7 e em todas as aulas aplicadas em que os aspectos de NC estavam presentes (nas quais ela demonstrou utilizar tal habilidade cada vez mais naturalmente). Em relação à Clara, essa evolução pode ser percebida nas aulas 3 e 7 do segundo semestre, quando ela discutiu, por exemplo, sobre os interesses econômicos relacionados ao conhecimento científico.

Sobre o conhecimento das ‘dificuldades dos alunos no momento da discussão em sala de aula’, a participação no grupo colaborativo contribuiu para o desenvolvimento dessa habilidade para as duas licenciandas de forma similar. Para Ana, esse conhecimento começou a

evoluir na aula 3, quando ela discutiu o experimento da partícula alfa para auxiliar os alunos a entenderem o modelo atômico proposto por Rutherford. No caso de Clara, esse conhecimento se manifestou quando ela percebeu, durante as discussões sobre os organismos transgênicos, que os alunos estavam tendo dificuldade em entender sobre a influência do homem na ciência.

Por último, discutimos a habilidade de 'realizar discussões explícitas sobre NC', elemento que se caracteriza como um dos mais importantes da categoria, pois são as discussões explícitas que favorecem o entendimento dos alunos sobre NC (Burgin & Sadler, 2016). Como nos outros casos, a participação no grupo colaborativo contribuiu para o desenvolvimento dessa habilidade para as duas licenciandas. Para Ana, essa habilidade se manifestou em todas as aulas em que havia discussões sobre NC aplicadas no segundo semestre. Em relação à Clara, essa habilidade foi observada intensamente na aula 7, quando ela discutiu os aspectos de NC presentes nos argumentos produzidos pelos alunos.

Sendo assim, podemos concluir que, nos dois casos analisados nesta dissertação, ocorreu um desenvolvimento das habilidades necessárias à prática em sala de aula. Entretanto, a evolução de Clara se deu apenas no final da aplicação das atividades, especificamente na aula 7, aula na qual praticamente quase todos os elementos da categoria se manifestaram. Supomos que isso se deva à não aplicação das atividades do primeiro semestre por parte de Clara, pois, conforme discutido por Tardif (2014), o desenvolvimento dos saberes dos professores se dá socialmente e a partir da sua prática. Dessa forma, a inexperiência de Clara propiciou que ela tivesse uma evolução mais significativa somente após as experiências vivenciadas naquelas que, para ela, constituíram-se em práticas iniciais.

Conforme já discutido anteriormente, muitas pesquisas que analisavam o desenvolvimento dos conhecimentos dos professores sobre NC se relacionam apenas à produção de unidades didáticas por parte dos professores. Além disso, nas pesquisas em que os professores aplicaram as atividades de NC em sala de aula (Akerson & Hanuscin, 2007; Akerson *et al.*, 2012; Hanuscin *et al.*, 2011), as discussões sobre essas aplicações indicavam apenas que os professores não conseguiam lidar com situações inesperadas em sala de aula, nem fazer questionamentos sobre NC durante as aplicações. Tal situação, evidencia a importância de os professores vivenciarem situações reais de ensino, uma vez que em nossa pesquisa a expressão e o desenvolvimento de alguns conhecimentos e habilidades foram proporcionados pelas situações vivenciadas em sala de aula (como, por exemplo, a percepção das dificuldades dos alunos por parte de Ana).

Além disso, o Modelo de Conhecimentos e Habilidades Profissionais do Professor favoreceu que analisássemos não só a dificuldade ou não de discutir os aspectos de NC em sala de aula, como nas pesquisas anteriores conduzidas a partir de outros referenciais, mas também várias habilidades importantes ao professor durante as práticas em sala de aula, como as discussões explícitas de NC, por exemplo.

Como a participação em um grupo colaborativo pode contribuir para o desenvolvimento dos conhecimentos e das habilidades de planejar e conduzir atividades de ensino envolvendo natureza da ciência de professores de Química em formação inicial?

Para responder essa questão de pesquisa, analisamos o estudo de caso e as discussões dos mesmos a fim de identificar as influências que podem ter desencadeado o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades das licenciandas. A partir dessa análise, constatamos que esse desenvolvimento foi desencadeado pelas discussões entre os participantes do grupo colaborativo e pela própria estrutura do curso de formação voltado ao grupo colaborativo. Assim, buscamos apresentar as conclusões em termos dessas influências em relação ao desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades das licenciandas.

Como claramente evidenciado nos quadros (5.1 a 5.12) e nas discussões anteriores, as discussões entre os participantes do grupo colaborativo contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento dos conhecimentos das licenciandas. Podemos dizer que esse desenvolvimento foi influenciado pelas orientações e sugestões durante o planejamento das atividades; pelas intervenções nos momentos de dificuldade e dúvida por parte das licenciandas; e pelos momentos de socialização das situações vivenciadas pelas licenciandas.

Em relação às orientações e sugestões por parte do grupo colaborativo durante o planejamento, nos momentos em que isto aconteceu, as ações foram direcionadas às orientações de situações que poderiam ser utilizadas nas atividades para favorecer o ensino de NC. Por exemplo, na semana 4, durante o planejamento das aulas no primeiro semestre, uma das coordenadoras orientou que Ana e os outros licenciandos, deveriam organizar a atividade sobre o modelo atômico de Dalton a partir do tempo disponível para a aplicação e de acordo com os objetivos da atividade (que, no caso, era desmistificar a visão de cientistas que os alunos teriam). Uma evidência de que isso influenciou o conhecimento de Ana é o fato de que, nas atividades do segundo semestre (especificamente nas semanas 11 e 12), ela excluiu as

atividades e questões que não favoreciam as discussões de NC do planejamento que estava reformulando.

A influência das sugestões e orientações do grupo colaborativo durante o planejamento foi observada também em relação à Clara. Por exemplo, na semana 4, uma das coordenadoras explicou a ela o que deveria ser considerado para formular questões que favorecessem as discussões sobre NC. Uma evidência de que isso influenciou o conhecimento de Clara é o fato de que, nas atividades do segundo semestre, ela conseguiu elaborar questões que favoreceram as discussões de NC seguindo as sugestões recebidas anteriormente.

Outro fator que influenciou o desenvolvimento dos conhecimentos das licenciandas diz respeito às intervenções nos momentos de dificuldade e dúvida das mesmas. O exemplo mais evidente se refere à dificuldade em selecionar e explicitar os aspectos de NC nas atividades. Nesse caso, as coordenadoras discutiram situações e deram exemplos do que poderia ser discutido de NC nas atividades. No caso de Ana, por exemplo, durante uma discussão com uma das pesquisadoras sobre o planejamento das atividades do segundo semestre, ela apresentou dificuldades em identificar os aspectos de NC no planejamento, uma vez que inicialmente pretendia discutir sobre NC apenas em atividades relacionadas à história da ciência. A partir dessa situação, uma das coordenadoras promoveu a discussão sobre atividades de modelagem e argumentação e sobre a importância de trabalhar com NC nas mesmas e ao longo das atividades, além de ter identificado alguns aspectos de NC presentes nessas atividades. Uma evidência de que isso influenciou o conhecimento de Ana é o fato de que, somente após essas discussões, ela conseguiu identificar os aspectos de NC que poderiam ser discutidos nas atividades de modelagem e argumentação a partir da semana 14.

Em relação à Clara, podemos citar, por exemplo, a dificuldade que ela tinha em definir como os aspectos de NC seriam discutidos. A partir da semana 14, durante as discussões do planejamento, as coordenadoras discutiram as atividades de argumentação que estavam presentes no planejamento e a importância dos argumentos elaborados pelos alunos para discutir sobre NC. Uma evidência de que isso influenciou o conhecimento de Clara é o fato de que, após essas discussões, ela conseguiu definir e discutir os aspectos de NC a partir dos argumentos elaborados pelos alunos para o júri simulado na semana 15, o que não havia conseguido fazer antes.

Outro fator que influenciou o desenvolvimento dos conhecimentos das licenciandas diz respeito aos momentos de socialização das experiências vivenciadas pelo grupo colaborativo. Nesses momentos, as licenciandas tiveram a oportunidade de ter contato com novas situações e discussões que contribuíram para o seu desenvolvimento. Por exemplo, na semana 14, durante a troca de experiências, uma das coordenadoras discutiu sobre a atenção que Ana e os outros licenciandos deveriam ter durante a aplicação das atividades de modelagem, relatando a sua própria falta de preparo para aplicar atividades que requeriam participação dos alunos anteriormente. Segundo a coordenadora, se eles não considerassem essas situações, seria difícil discutir os aspectos de NC devido ao pouco tempo que eles tinham e devido ao fato de as atividades de modelagem requererem muito tempo para serem adequadamente realizadas. Após essas discussões, Ana conseguiu aplicar as atividades seguintes de forma satisfatória e, em suas reflexões, ela creditou tal sucesso à preparação que realizou para a aplicação da atividade ocorrida a partir daquelas discussões no grupo colaborativo.

Em relação à Clara, um exemplo de como a socialização das experiências influenciou no desenvolvimento de seus conhecimentos ocorreu quando, em um dos momentos de troca de experiências sobre a aplicação das atividades, as situações em sala de aula e as discussões para favorecer o entendimento dos alunos foram discutidas. Neste contexto, foi enfatizada a importância de o professor estar bem preparado para conseguir contribuir para o entendimento dos alunos. Isto esteve presente de forma bem explícita em mais de um portfólio redigido por Clara quando ela refletiu sobre a condução das atividades do segundo semestre. Um exemplo típico foi seu relato sobre ter conseguido identificar que a forma como estava discutindo os aspectos de NC não estava favorecendo o entendimento dos alunos e, a partir daí, ter tentado modificar a condução das discussões.

Além das influências relacionadas diretamente ao grupo colaborativo, destacamos que a forma como o curso de formação foi estruturado também influenciou no desenvolvimento dos conhecimentos e habilidade de NC das licenciandas. Isso porque os momentos de discussão entre o grupo colaborativo que influenciaram o desenvolvimento das licenciandas ocorreram em situações específicas vivenciadas pelo grupo colaborativo. Por exemplo, as orientações e sugestões feitas por parte do grupo colaborativo e as intervenções realizadas nos momentos de dificuldade e dúvida, que influenciaram os conhecimentos das licenciandas, aconteceram principalmente em situações de discussão em grupo durante o planejamento, além de nos momentos de reflexão.

Nos momentos de discussões em grupo, as licenciandas tiveram a oportunidade de ter acesso e conhecer sobre estratégias de ensino que poderiam favorecer a introdução de elementos de NC e sobre formas de discutir sobre os mesmos, isto é, sobre a organização de atividades específicas de NC ou a inclusão de discussões sobre o tema no ensino de outros conteúdos, sobre maneiras e possibilidades desse conhecimento se tornar acessível para o aluno. Como discutido e evidenciado anteriormente, todas essas discussões em grupo influenciaram no desenvolvimento do conhecimento das licenciandas para o conhecimento profissional específico de natureza da ciência.

Além disso, as trocas de experiência realizadas no grupo colaborativo e as reflexões realizadas a partir delas influenciaram o desenvolvimento dos conhecimentos das licenciandas. Por exemplo, as discussões sobre as situações vivenciadas durante as aplicações das atividades nas escolas relatando os problemas, os questionamentos realizados e as situações que favoreceram o entendimento dos estudantes contribuíram para o desenvolvimento das práticas em sala de aula das licenciandas.

Em relação ao processo de reflexão (ocorrido nos encontros presenciais e, principalmente, nos portfólios), sua influência no desenvolvimento dos conhecimentos das licenciandas foi evidenciada em todos os momentos do curso de formação. Isto porque as reflexões realizadas a partir das situações vivenciadas favoreceram que as licenciandas analisassem as dificuldades e problemas encontrados, buscando enfrentá-los. Isto corrobora o que é defendido por Krajewski e Schwartz (2014) sobre o desenvolvimento dos conhecimentos de NC envolver níveis de metacognição que são favorecidos pelos processos de reflexão.

Outro aspecto relevante do curso de formação foi a sua extensão. A maioria das pesquisas analisadas neste trabalho que possuíam curta duração (Aydin, 2015; Bektas, 2013; Faikhamta, 2013) não favoreceram o desenvolvimento dos conhecimentos dos professores. As diversas situações vivenciadas durante o processo aqui analisado (como elaboração de unidades didáticas, aplicação das atividades, discussões em grupo, trocas de experiências e reflexão), realizadas em dois semestres diferentes, contribuíram para que os conhecimentos e habilidades das duas licenciandas se desenvolvessem progressiva e significativamente, sendo tal desenvolvimento claramente evidenciado ao final das atividades do segundo semestre. Além disso, a extensão do curso também favoreceu que os conhecimentos que foram mais difíceis de serem desenvolvidos (como é o caso da identificação dos aspectos de NC), fossem trabalhados com mais atenção (neste caso específico, em várias reuniões).

Implicações

Como concluído na parte inicial deste capítulo, a participação das licenciandas no grupo colaborativo contribuiu significativamente para o desenvolvimento de seus conhecimentos e habilidades sobre NC. Dessa forma, considerando as discussões realizadas no referencial teórico a respeito do fraco desenvolvimento de alguns conhecimentos do professor sobre NC, acreditamos que a nossa pesquisa apresenta contribuições relevantes para o ensino de NC e para pesquisas futuras.

A partir dos resultados encontrados, acreditamos que é importante que os cursos de formação favoreçam que os estudantes tenham contato com situações reais de ensino. Outras pesquisas (Demirdöğen *et al.*, 2015; Bektas, 2013; Abd-El-Khalick e Lederman 2000) mostram que cursos de formação centrados apenas em discussões e elaboração de unidades didáticas sobre NC não favoreceram o desenvolvimento de conhecimentos abrangentes sobre NC, uma vez que a maioria dos professores só desenvolveu conhecimentos sobre elaboração de estratégias didáticas. Em nosso estudo, como discutido anteriormente, a vivência do desafio de ensinar NC a estudantes no contexto do ensino de outros temas foi fundamental para o desenvolvimento de vários conhecimentos e habilidades das licenciandas.

Além disso, acreditamos que essas pesquisas devem ser realizadas em um período de tempo mais extenso, uma vez que muitos conhecimentos das licenciandas só foram desenvolvidos na etapa final do curso de formação.

Em relação à organização do programa de formação, acreditamos que o favorecimento da ocorrência de processos de reflexão, discussão em grupo e trocas de experiência são importantes para o desenvolvimento dos conhecimentos dos professores. Dessa forma, o uso dessa organização em outros cursos de formação pode favorecer o desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores. Além disso, é importante que tais reflexões sejam realizadas tanto em grupo, quando a troca de experiências se mostra um elemento importante das mesmas, quanto individualmente, quando cada professor personaliza tais reflexões.

Outro aspecto fundamental para os resultados do nosso trabalho se relacionou aos referenciais teóricos utilizados no mesmo. Acreditamos que o uso da Science Eye foi um dos fatores preponderantes para que as licenciandas conseguissem trabalhar aspectos relevantes sobre NC, uma vez que inicialmente elas tinham dificuldade em identificar esses aspectos. Essa dificuldade também é citada por Whabeh *et al.* (2014), sendo que, em seu estudo, na maioria

das vezes os professores trabalharam com os mesmos aspectos de NC em praticamente todas as atividades planejadas. Dessa forma, acreditamos que o entendimento e o uso da Science Eye por parte dos professores possam contribuir para o ensino de NC, uma vez que, como discutido neste trabalho, tal referencial contribui para a ampliação da visão de ciência dos professores.

Em relação ao Modelo de Conhecimentos e Habilidades Profissionais do Professor, ele propiciou a análise de várias influências que estavam presentes nos processos vivenciados pelas licenciandas, o que favoreceu perceber o desenvolvimento dos conhecimentos das mesmas de forma mais completa. Sendo assim, acreditamos que o uso desse modelo pode ser relevante para a análise de dados de outras pesquisas sobre formação de professores.

Além disso, é preciso enfatizar que ambos referenciais usados neste trabalho são novos (ambos foram divulgados em 2015) e que trabalhos empíricos relacionados a eles estão sendo desenvolvidos agora. Nesse sentido, vivenciamos algumas dificuldades (como o entendimento dos significados dos construtos e relações presentes no segundo referencial). Por outro lado, é preciso comentar sobre como ele auxiliou a discutir as questões de pesquisa numa perspectiva mais ampla e interessante (por exemplo, comparando com a limitação de outros estudos que focam apenas um tipo de conhecimento isolado). Nesse sentido, acreditamos que nosso trabalho traz contribuições significativas para a literatura da área de conhecimento e formação de professores (em geral e em relação à NC) e, por isso, as análises e discussões realizadas podem orientar a condução de pesquisas futuras sobre conhecimentos e habilidades de professores relacionados a outros temas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: a Critical Review of the Literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Paixão, M. F., Acevedo, P., Oliva, J. M., & Manassero, M. A. (2005). Mitos da Didática das Ciências Acerca dos Motivos para Incluir A Natureza da Ciência no Ensino das Ciências. *Ciência & Educação*, 11(1), 1-15.
- Akerson, V. L., Buzzelli, C. A., & Donnelly, L. A. (2010). On the Nature of Teaching Nature of Science: Preservice Early Childhood Teachers' Instruction in Preschool and Elementary Settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 213-233.
- Akerson, V. L., Donnelly, L. A., Riggs, M. L., & Eastwood, J. L. (2012). Developing a Community of Practice to Support Preservice Elementary Teachers' Nature of Science Instruction. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1371-1392.
- Akerson, V. L., & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching Nature of Science through Inquiry: Results of a 3-Year Professional Development Program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.
- Almeida, P. C. A., & Biajone, J. (2007). Saberes Docentes e Formação Inicial de Professores: Implicações e Desafios para as Propostas de Formação. *Educação e Pesquisa*, 33(2), 281-295.
- Allchin, D. (2010). From Rhetoric to Resource: New historical problem-based case studies for nature of science education. *Paper presented at the History and Philosophy in Science Teaching Conference*, Kaiserslautern, Germany.
- Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, 95(3), 518-542.
- Alves-Mazzotti, A. J., & Gewandsznajder, F. O. (1999). *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. São Paulo: Pioneira Thomson.
- André, M. E. D. A. (2013). O que é um estudo de caso qualitativo em educação?. *Revista da FAEBA-Educação e Contemporaneidade*, 22(40), 95-103.

- Aydin, S. (2015). A science faculty's transformation of nature of science understanding into his teaching graduate level chemistry course. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(1), 133-142.
- Aydin, S., Demirdöğen, B., Muslu, N., & Hanuscin, D. L. (2013). Professional Journals as a Source of PCK for Teaching Nature of Science: An Examination of Articles Published in The Science Teacher (TST) (an NSTA Journal), 1995-2010. *Journal of Science Teacher Education*, 24(6), 977-997.
- Bartholomew, H., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students "ideas-about-science": Five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88(5), 655-682.
- Bektas, O., Ekis, B., Tuysuz, M., Kutucu, E. S., Tarkin, A., & Uzuntiryaki-Kondakci, E. (2013). Preservice Chemistry Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Nature of Science in the Particle Nature of Matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 201-2013.
- Belei, R. A., Gimenez-Paschoal, S. R., Nascimento, E. N., & Matsumoto, P. H. V. R. (2008). O Uso de Entrevista, Observação e Vídeo-gravação em Pesquisa Qualitativa. *Cadernos de Educação*, 30, 187-199.
- Berry, A., Loughran, J., & van Driel, J. H. (2008). Revisiting the Roots of Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1271-1279.
- Boavida, A. M., & Ponte, J. P. (2002). Investigação colaborativa: Potencialidades e problemas. *Refletir E Investigar Sobre a Prática Profissional*, 43-55.
- Bogdan, R., Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' Beliefs about the Nature of Science and their Relationship to Classroom Practice. *Journal of Teacher Education*, 41(2), 51-62.
- Brickhouse, N. W., & Bodner, G. M. (1992). The Beginning Science Teacher: Classroom Narratives of Convictions and Constraints. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 471-485.
- Burgin, S. R., & Sadler, T. D. (2016). Learning nature of science concepts through a research apprenticeship program: A comparative study of three approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(1), 31-59.

- Cabral, M. B. L. (2013). Formação Docente e Pesquisa Colaborativa: Orientações e reflexões práticas. In: V. M. A. Pontes, L. G. S. Silva, & M. C. S. Batista (Eds.). *Trilhas pedagógicas* (pp. 59-68). Curitiba: CRV
- Campos, S., & Pessoa, V. I. (1998). Discutindo a formação de professoras e professores com Donald Schön. In: C. M. G. Geraldi, D. P. Fiorentini, & E. Monteiro (Eds.). *Cartografia do trabalho docente: Professor(a)-Pesquisador(a)* (pp. 183-206). Campinas: Mercado das Letras.
- Carlsen, W. S. (1999). Domains of Teacher Knowledge. In: J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Ed.). *Examining Pedagogical Content Knowledge: The construct and its implications for Science Education* (p. 133-144). Dordrecht: Kluwer.
- Carvalho, L. M. (2001). A natureza da ciência e o ensino das ciências naturais: tendências e perspectivas na formação de professores. *Pro-posições*, 12(1), 139-150.
- Cunningham, C. M., & Helms, J. V. (1998). Sociology of Science as a Mean to a More Authentic, Inclusive Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 483-499.
- Damiani, M. F. (2008). Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. *Educar*, 31, 213-230.
- Davis, K. S. (2003). "Change is hard": What Science Teachers are Telling us About Reform and Teacher Learning of Innovative Practices. *Science Education*, 87(1), 3-30.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2013). Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science and Education*, 22(9), 2109-2139.
- Demirdöğen, B., Hanuscin, D. L., Uzuntiryaki-Kondakci, E., & Köseoğlu, F. (2015). Development and Nature of Preservice Chemistry Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Nature of Science. *Research in Science Education*, doi: 10.1007/s11165-015-9472-z.
- 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*, 95(6), 1086-1100.

- Faikhamta, C. (2013). The Development of In-Service Science Teachers' Understandings of and Orientations to Teaching the Nature of Science Within a PCK-Based NOS Course. *Research in Science Education*, 43(2), 847-869.
- Feist, G. J., & Gorman, M. E. (1998). Psychology of Science: Review and Integration of a Nascent Discipline. *Review of General Psychology*, 2(1), 3-47.
- Freire, L. I. F., & Fernandez, C. (2014). Professores novatos de química e o desenvolvimento do PCK de oxidorredução: Influências da formação inicial. *Educacion Quimica*, 25(3), 312-324.
- Gama, R. P., & Fiorentini, D. (2009). Formação continuada em grupos colaborativos: professores de matemática iniciantes e as aprendizagens da prática profissional. *Educação Matemática Pesquisa*, 11, 441-461.
- Garcia, I. T. S., & Cruger, V. (2009). Implantação das diretrizes curriculares nacionais para formação de professores de Química em uma Instituição federal de ensino superior: desafios e perspectivas. *Química Nova*, 20(8), 2218-2224.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In: A. Berry, P. Friedrichsen, and J. Loughran (Eds.). *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28-42). New York and London: Routledge.
- Gil, A. C. (1989). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (2 ed.). São Paulo: Editora Atlas.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to a more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 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.
- Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Akerson, V. L. (2011). Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Teaching the Nature of Science. *Science Education*, 95(1), 145-167.
- Hanuscin, D. L. (2013). Critical Incidents in the Development of Pedagogical Content Knowledge for Teaching the Nature of Science: A Prospective Elementary Teacher's Journey. *Journal of Science Teacher Education*, 24(6), 933-956.

- Harres, J. B. S. (1999). Uma Revisão de Pesquisas nas Concepções de Professores Sobre a Natureza da Ciência e Suas Implicações para o Ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4(3), 197-211.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and Learning about Science: Language, Theories, Methods, History, Traditions and Values*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hodson, D. (2014a). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different Goals Demand Different Learning Methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534-2553.
- Hodson, D. (2014b). Nature of Science in the Science Curriculum: Origin, Development, Implications and Shifting Emphases. In: M. R. Matthews (Ed.). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 911-970). New York and London: Springer.
- Huberman, M. (2000). O ciclo de vida profissional dos professores. In: A. Nóvoa (Ed.). *Vidas de Professores* (pp. 37-46). Porto: Editora Porto.
- Irzik, G., & Nola, R. (2014). New Directions for Nature of Science Research. In: M. R. Matthews (Ed.). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 999-1022). New York and London: Springer.
- Justi, R. (2014). Uma Nova Proposta para o Ensino de Ciências. Palestra apresentada na Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- Justi, R., & Erduran, S. (2015). *Characterizing Nature of Science: A supporting model for teachers*. Paper presented at the International History and Philosophy of Science Teaching 13rd Biennial Conference, Rio de Janeiro.
- Kind, V. (2009). Pedagogical Content Knowledge in Science Education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204.
- Krajewski, S. J., & Schwartz, R. (2014). A Community College Instructor's Reflective Journey Toward Developing Pedagogical Content Knowledge for Nature of Science in a Non-majors Undergraduate Biology Course. *Journal of Science Teacher Education*, 25(5), 543-566.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions about the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 487-521.
- Libâneo, J. C. (2006). Reflexividade e formação de professores: outra oscilação do pensamento pedagógico brasileiro?. In: S. G. Pimenta, & E. Ghedin (Ed.). *Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito* (pp. 53-80). São Paulo: Cortez.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content Knowledge in science: developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2008). Exploring Pedagogical Content Knowledge in Science Teacher Education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1301-1320.
- Ludke, M., & André, M. E. D. A. (2011). *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas* (13 ed.). São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.
- Magnusson, S., Krajcik, I., & Borko, H. (1999). Nature, Source and Development of Pedagogical Content Knowledge. In: J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Ed.). *Examining Pedagogical Content Knowledge: The construct and its implications for Science Education* (p. 95-132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Matos, F. C. M. (2001). *Motivar o aluno em sala de aula: Uma Tarefa Difícil?*. Monografia de conclusão de pós graduação, Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro.
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In: W. F. McComas (Ed.). *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 41-52). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17(2-3), 249-263.
- MEC. (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio - parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: SEMTEC.

- MEC. (2001). *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais- Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: SEMTEC.
- Miras, M. (2006). O ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: C. Coll (Ed.). *Construtivismo em sala de aula* (p. 57-76). São Paulo: Ática.
- Morine-Dersheimer, G., & Kent, T. (1999). The Complex Nature and Sources of Teachers' Pedagogical Knowledge. In: J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Ed.). *Examining Pedagogical Content Knowledge: The construct and its implications for Science Education* (p. 95-132). Dordrecht: Kluwer.
- Oliveira, M. M. (2010). *Como fazer pesquisa qualitativa* (3 ed). Petrópolis: Vozes.
- Ozgelen, S., Yilmaz-Tuzun, O., & Hanuscin, D. L. (2013). Exploring the Development of Preservice Science Teachers' Views on the Nature of Science in Inquiry-Based Laboratory Instruction. *Research in Science Education*, 43(4), 1551-1570.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Paula, S. J., Auarek, W. A., Zaidan, S., & Silva, S. A. (2014). Formação de Professores, Pesquisa Colaborativa e Trabalho Colaborativo. In: J. V. A Souza, M. Diniz, e M. G. Oliveira (Eds.). *Formação de Professores(as) e condição docente* (pp. 120-132). Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Peres, R. S., & Santos, M. A. (2005). Considerações gerais e orientações práticas acerca do emprego de estudos de caso na pesquisa científica em Psicologia. *Interações*, 10(20), 109-126.
- Pimenta, S. G. (2006). Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: S. G. Pimenta, & E. Ghedin (Ed.). *Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito* (pp. 17-52). São Paulo: Cortez.
- Ribeiro, E. A. (2008). A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. *Evidências*, 4(4), 129-148.
- Santos, P. R. (2006). O Ensino de Ciências e a Ideia de Cidadania. *Mirandum*, 17, 25-34.

- Santos, R. N. (2008). *O professor como profissional reflexivo: o legado de Donald Schön no Brasil*. Monografia de conclusão de pós graduação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Schwartz, R. S., & Lederman, N. G. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 15, 4-14.
- Shulman, L. S. (198). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-21.
- Silva, L. N. D. (2011). *Formação de professores centrada na pesquisa: a relação teoria e prática*. Tese de doutorado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Tardif, M. (2014). *Saberes Docentes e Formação Profissional* (17 ed). Petrópolis: Vozes.
- van Driel, J. H., & Berry, A. (2012). Teacher Professional Development Focusing on Pedagogical Content Knowledge. *Educational Researcher*, 41(1), 26-28.
- van Driel, J. H., Verloop, N., & de Vos, W. (1998). Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.
- Vazques-Alonso, A., Garcia-Carmona, A., Manassero-Mas, M. A. & Bennàssar-Roig, A. (2012). Science Teachers' Thinking about the Nature of Science: A New Methodological Approach to Its Assessment. *Research in Science Education*, 43(2), 781-808.
- Wan, Z. H., Wong, S. L., & Zhan, Y. (2013). Teaching Nature of Science to Preservice Science Teachers: A Phenomenographic Study of Chinese Teacher Educators' Conceptions. *Science and Education*, 22(10), 2593-2619.
- Whabeh, N., & Abd-El-Khalick, F. (2014). Revisiting the Translation of Nature of Science Understandings into Instructional Practice: Teachers' Nature of Science Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science Education*, 36(3), 425-466.
- Wong, S. L., & Hodson, D. (2009). From the Horses' Mouth: What Scientists Say About Scientific Investigation and Scientific Knowledge. *Science Education*, 93(1), 109-130.
- Yin, Robert K. (2015). *Estudo de Caso. Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman.

ANEXOS

Anexo 1. Questionário 1

A partir do que você pensa no momento, responda as seguintes questões. Caso necessário, acrescente exemplos para tornar as respostas mais claras. Utilize o espaço que julgar necessário.

1. Porque ensinar ciências na escola?

Argumento 1:

Argumento 2:

Outros argumentos:

2. Porque ensinar ciências para **todos** os alunos?

Argumento 1:

Argumento 2:

Outros argumentos:

3. Qual deveria ser o perfil do currículo de ciências escolar para contemplar os aspectos apresentados por você nas questões 1 e 2?

Anexo 2. Questionário 2

1. Ao longo dos últimos meses, discutimos vários aspectos relacionados com a natureza da ciência, a produção e utilização do conhecimento científico. Em algum momento você pensou em incorporar esses temas em suas futuras ações docentes, isto é, em introduzir o ensino sobre a ciência nas suas futuras salas de aula? Por quê?
2. Hoje, como você imagina que isto poderia ser feito? Descreva uma situação em que isto poderia acontecer. Em sua descrição, destaque quais aspectos sobre a ciência você poderia discutir a partir dessa situação e como faria isso.
3. Quais seriam as maiores dificuldades ao tentar introduzir discussões sobre a ciência em suas aulas? Por quê?
4. Quais seriam as maiores dificuldades de seus alunos ao aprender sobre a ciência? Por quê?

Anexo 3. Questionário 3

Ao longo de vários meses, discutimos muitas características da ciência e de seu ensino. Sem consultar nenhum material, por favor, responda as questões a seguir da forma mais completa/ampla possível.

1. Hoje, como você caracterizaria a ciência?
2. O que mudou em sua visão de ciência no início do projeto (ou quando você começou a participar dele)?
3. Quais atividades mais contribuíram para que você tivesse a visão de ciência que tem hoje? Por quê?
4. Comente sobre a introdução de discussões sobre características da ciência no ensino. Você acha válido? Quais são as vantagens? Quais são as desvantagens? Por quê?
5. No momento atual, você está vivendo a experiência de tentar introduzir discussões sobre a ciência em uma sala de aula regular do ensino médio. Em relação a esta experiência:
 - 5.1. Quais são suas maiores dificuldades em termos do planejamento das atividades para introduzir essas discussões no ensino?
 - 5.2. Quais são suas maiores dificuldades em termos da aplicação dessas atividades em sala de aula?
 - 5.3. Quais são suas maiores dificuldades em termos de conhecer as ideias dos alunos sobre ciência?
 - 5.4. Como você tem procurado lidar com elas?
 - 5.5. O que você acha que ainda precisa aprender para atuar desta maneira como professor?
6. Numa de nossas discussões, você foi introduzido à ideia da “Science Eye” como uma maneira de representar as várias características da ciência.
 - 6.1. Você acha que a “Science Eye” lhe ajuda a pensar nessas características? Como?
 - 6.2. Você acha que a “Science Eye” pode ser útil durante o planejamento de situações de ensino em que características da ciência sejam introduzidas? Por quê?

ANEXOS ANÁLISE DE CONHECIMENTOS E HABILIDADES SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA DE PROFESSORES
DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL DURANTE PARTICIPAÇÃO EM UM GRUPO COLABORATIVO
CRISTIANE MARTINS DA SILVA

7. Se você fosse convidado a participar de uma equipe que tem a tarefa de elaborar um programa de formação de professores voltado para a inclusão de características sobre a ciência no ensino, quais seriam suas sugestões? Em outras palavras, quais aspectos você acharia essenciais de serem abordados com os licenciandos? Quais experiências você acha que eles deveriam viver? Por quê?
8. Pensando na sua formação como professor, como você avalia sua participação neste projeto? Por quê?
9. Espaço para qualquer outros comentários relacionados ao projeto que você julgue pertinentes.