Jerino Queiroz Ferreira

Formação inicial de professores de química: explorando possibilidades a partir da promoção de oficinas pedagógicas em argumentação

Tese apresentada ao Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em ciências.

Área de concentração: Química Analítica e Inorgânica

Orientadora: Profa. Dra. Salete Linhares Queiroz

São Carlos
2015

Dedicatória

À minha amada esposa Luciana, minha
companheira de todas as horas e meu
ponto de equilíbrio. Seu carinho e sua
forma singular de enfrentar as
dificuldades foram incentivos
determinantes para eu chegar até aqui.

Agradecimentos

Ao Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo, pelo suporte acadêmico.

À CAPES, pelo financiamento da Bolsa de Estudos.

À Profa. Dra. Salete Linhares Queiroz pela orientação, paciência e confiança ao longo desses anos.

Aos alunos participantes desta pesquisa, pela paciência e disposição no decorrer da aplicação da proposta de ensino.

Aos meus colegas do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química, que me ajudaram de forma direta e indireta na conclusão deste trabalho.

À minha esposa, Luciana Nobre, pelo incentivo, compreensão e encorajamento, durante todo este período.

À minha filha Mariana, a quem dedico em especial este trabalho, que embora pequena em idade foi grande em pensamento, sabendo apoiar e compreender as minhas dificuldades e ausências.

Aos meus pais, Ivo e Fernanda, pelo constante incentivo à minha formação acadêmica.

Aos meus irmãos Rafael e Rener, pela amizade de uma vida.

À amiga Edjane, pelo incentivo, força, amizade e carinho que partilhamos durante nossa caminhada.

Às professoras Dra. Ana Cláudia Kasseboehmer e Dra. Nelma Regina Segnini Bossolan, pelas preciosas contribuições na etapa de qualificação do presente trabalho.

Às funcionárias do Programa de Pós-graduação em Química da IQSC/USP, Silvia, Andréia e Gustavo, pela cordialidade no atendimento.

Às bibliotecárias do IQSC/USP, Eliana e Bernadete, pelo tratamento sempre amável.

Aos que contribuíram para a realização deste trabalho e que eu tenha, indevidamente, esquecido.

“Os homens distinguem-se pelo que fazem, as
mulheres pelo que levam os homens a fazer.”

Carlos Drummond de Andrade (1902 - 1987)

Resumo

Durante as duas últimas décadas a discussão a respeito do papel da argumentação no ensino de ciências vem se destacando em vários países. No Brasil são ainda escassos os estudos dedicados à temática, especialmente com relação ao ensino de química. Vários pesquisadores afirmam que a sua prática pode favorecer a compreensão de conceitos científicos, o desenvolvimento do pensamento crítico e o entendimento sobre a natureza da ciência pelos alunos. No presente trabalho investigamos aspectos relacionados à elaboração e aplicação de oficinas de formação sobre a argumentação, tendo em vista o entendimento das suas contribuições na preparação e implementação, por parte dos licenciandos, de projetos de regência que fomentem a sua manifestação no ensino básico de química. Procuramos também analisar as características de argumentos produzidos pelos licenciandos na busca de explicações para a ocorrência de um fenômeno natural e identificar se valorizam a argumentação na prática pedagógica. Lançamos mão do Modelo de Argumentação de Sampson e Blanchard para analisar as características dos argumentos produzidos pelos licenciandos durante o processo de formação e verificamos que estes, em sua maioria, não apresentam todos os elementos esperados em uma argumentação científica, de acordo com o referido Modelo. Para avaliarmos em que medida os licenciandos valorizam a argumentação como uma alternativa para melhorar o ensino e a aprendizagem de ciências nos pautamos na análise dos projetos de regência elaborados e de entrevistas semiestruturadas realizadas ao final do processo. As estratégias e objetivos adotados na elaboração dos projetos se mostraram alinhados com aqueles enfatizados nas oficinas de formação e os depoimentos prestados revelaram indícios de valorização da argumentação por parte dos licenciandos. Analisamos ainda as regências com a finalidade de investigar a forma como os licenciandos se apropriam do discurso argumentativo e realizam ações pró-argumentação, assim como a possível influência do processo de formação na adoção de tal postura. Nas regências dos licenciandos identificamos ações desencadeadoras de processos argumentativos, como posicionar-se na construção dos argumentos e justificar com evidências. Estas ações sugerem a influência e as contribuições das oficinas no planejamento e execução das regências, uma vez que nas oficinas os licenciandos participaram de atividades cujos objetivos residiam, principalmente, no oferecimento de estratégias de ensino promotoras da argumentação e na caracterização da argumentação e distinção entre os diferentes componentes que constituem um argumento. Os resultados indicaram a relevância do processo de formação e proporcionaram subsídios para a análise e reflexão sobre o potencial da argumentação na prática educativa em química.

Abstract

Over the last two decades, the discussion concerning the role of argumentation in science teaching has come to the forefront in various countries. In Brazil, there are still few studies regarding this subject, especially in relation to chemistry teaching. Various researchers state that its practice can help students understand scientific concepts, develop critical thinking and understand the nature of science. In this thesis, we investigate aspects related to developing and running training workshops on argumentation, with a view to understanding pre-service teachers' contributions in the preparation and implementation of conducting projects which foment argumentation in chemistry teaching. We also attempted to analyse the characteristics of arguments produced by pre-service teachers to look for explanations for the occurrence of a natural phenomenon and identify if they value argumentation in the pedagogical practice. We lay hold of the Argumentation Model proposed by Sampson and Blanchard to analyse characteristics of the arguments produced by the pre-service teachers during the training process and observed that, on the whole, they do not present all the elements expected in scientific argumentation, according to the aforementioned model. In order to evaluate the extent to which the pre-service teachers value argumentation as an alternative to improve science teaching and learning, we used as a base the analysis of the developed projects and semi-structured interviews carried out at the end of the process. The strategies and objectives adopted in the projects development showed to be compatible with those emphasized in the training workshops and the testimonies given showed evidence of the pre-service teachers valuing argumentation. Furthermore, we analysed the dominion provided by the pre-service teachers so as to investigate the way the pre-service teachers take control of the argumentative discourse and take pro-argumentation actions, as well as the possible influence of the training process in adopting such a posture. When the pre-service teachers took command, we identified triggering actions of argumentative processes, such as positioning oneself when putting forward arguments and giving reasons based on evidence. These actions suggest the influence and contributions from the workshops in planning and taking command, as in the workshops the pre-service teachers took part in activities whose objectives were mainly to offer teaching strategies to encourage argumentation and argumentation characterisation, as well as distinguishing between the different components that comprise an argument. The results showed the importance of the training process and provided a basis to analyse and reflect on the potential aspect of argumentation in the educational practice in chemistry.

Lista de figuras

Figura 1 - Descrição das ações realizadas durante a aplicação da proposta na turma A (Estudo piloto).....	58
Figura 2 - Descrição das ações realizadas durante a aplicação da proposta na turma B (Pesquisa)	64
Figura 3 - Um argumento científico e alguns critérios que podem ser usados para avaliar a sua qualidade, segundo Sampson e Blanchard (2012)	68
Figura 4 - Esquema que ilustra os caminhos que poderiam ser trilhados pelos licenciandos para elaborar as explicações iniciais para os fenômenos observados nos balões 1 e 2	76
Figura 5 - Esquema que ilustra o caminho trilhado pelo grupo A na elaboração das explicações iniciais para os fenômenos observados nos balões 1 e 2	80
Figura 6 - Esquema dos caminhos que poderiam ser trilhados pelos licenciandos para avaliar se a explicação inicial se relacionava com as explicações alternativas fornecidas	82
Figura 7 - Percurso trilhado pelo grupo A na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 1	85
Figura 8 - Percurso trilhado pelo grupo A na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 2	87
Figura 9 - Percurso trilhado pelo grupo A na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 3	89
Figura 10 - Esquema que ilustra o caminho trilhado pelo grupo B na elaboração das explicações iniciais para os fenômenos observados nos balões 1 e 2	93
Figura 11 - Percurso trilhado pelo grupo B na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 1	96
Figura 12 - Percurso trilhado pelo grupo B na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 2	98
Figura 13 - Percurso trilhado pelo grupo B na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 3	100
Figura 14 - Esquema que ilustra o caminho trilhado pelo grupo C na elaboração das explicações iniciais para o fenômeno observado nos balões 1 e 2	104
Figura 15 - Percurso trilhado pelo grupo C na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 1	107
Figura 16 - Percurso trilhado pelo grupo C na reavaliação da explicação inicial após a apresentação da observação 2	109
Figura 17 - Percurso trilhado pelo grupo C na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 3	111
Figura 18 - Esquema que ilustra o argumento científico esperado para respaldar a explicação apresentada na alternativa B para o fenômeno observado no balão com ar (balão 1)	120
Figura 19 - Esquema que ilustra o argumento científico esperado para respaldar a explicação apresentada na alternativa B para o fenômeno observado no balão com água (balão 2)	121
Figura 20 - Esquema que ilustra a explicação final elaborada pelo grupo A	125

Figura 21 - Esquema que ilustra a explicação final elaborada pelo grupo B	128
Figura 22 - Esquema que ilustra a explicação final elaborada pelo grupo C	132
Figura 23 - Frequência das estratégias didáticas explicitadas pelos licenciandos nas apresentações orais e escritas dos projetos com a indicação dos números dos projetos relacionados	142
Figura 24 - Frequência dos principais objetivos explicitados pelos licenciandos nas apresentações orais e escritas dos projetos	152
Figura 25 - Percentual das razões apontadas pelos licenciandos na escolha dos projetos voltados ao fomento da argumentação para aplicação nas escolas	160

Lista de quadros

Quadro 1 - Atividades apresentadas aos alunos sobre questões sociocientíficas	48
Quadro 2 - Atividade de elaboração de “texto argumentativo” relacionando os PCN e PCNEM e a promoção da argumentação do ensino de ciencias/química	49
Quadro 3 - Questões apresentadas aos licenciandos na segunda oficina sobre argumentação	50
Quadro 4 - Roteiro do experimento realizado na quinta oficina sobre argumentação	54
Quadro 5 - Questões apresentadas aos licenciandos na quinta oficina sobre argumentação	55
Quadro 6 - Categorias de ações, adaptadas do trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006), que fomentam processos argumentativos em ambientes de ensino e declarações/afirmações/solicitações realizadas pelo professor para desencadeamento dos referidos processos (categorias de ações pró-argumentação)	71
Quadro 7 - Explicações alternativas apresentadas aos licenciandos e observações que deveriam ser levadas em consideração na escolha da explicação mais adequada para os fenômenos observados	81
Quadro 8 - Síntese das ponderações dos licenciandos do grupo A para a Parte I	122
Quadro 9 - Síntese das ponderações realizadas pelos licenciandos do grupo A para a Parte II	123
Quadro 10 - Síntese das ponderações realizadas pelos licenciandos do grupo B para a Parte I	126
Quadro 11 - Síntese das ponderações realizadas pelos licenciandos do grupo B para a Parte II	126
Quadro 12 - Síntese das ponderações realizadas pelos licenciandos do grupo C para a Parte I	130
Quadro 13 - Síntese das ponderações realizadas pelos licenciandos do grupo C para a Parte II	131
Quadro 14 - Identificação das declarações/afirmações/solicitações pró-argumentação dos licenciandos do grupo 1, segundo o trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006)	167
Quadro 15 - Identificação das declarações/afirmações/solicitações pró-argumentação dos licenciandos do grupo 2, segundo o trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006)	176
Quadro 16 - Identificação das declarações/afirmações/solicitações pró-argumentação dos licenciandos do grupo 3, segundo o trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006)	185
Quadro 17 - Identificação das declarações/afirmações/solicitações pró-argumentação das licenciandas do grupo 4, segundo o trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006)	193
Quadro 18 - Identificação das declarações/afirmações/solicitações pró-argumentação dos licenciandos nos grupos 1, 2, 3 e 4, segundo o trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006)	199

Lista de tabelas

Tabela 1 - Revistas consultadas no Portal de Periódicos Capes, nas quais foram localizados artigos sobre a temática em foco	18
Tabela 2 - Oficina com TDC “O estado líquido cristalino”	53
Tabela 3 - Oficina com TDC “Atratores luminosos: poluição na costa brasileira”	53
Tabela 4 - Dados coletados durante as ações realizadas na formação inicial de professores de química	65
Tabela 5 - Títulos dos projetos elaborados pelos licenciandos e carga horária prevista....	135
Tabela 6 - Descrição dos grupos formados para a aplicação das regências nas escolas..	163

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Argumentação e formação de professores: uma revisão	17
1.1.1 Formação inicial de professores.....	19
1.1.2 Formação continuada de professores	34
1.1.3 Ponderações sobre argumentação e suas implicações na formação de professores de ciências.....	40
2 OBJETIVOS	43
3 PERCURSO METODOLÓGICO	45
3.1 Ações desenvolvidas na turma A: o estudo piloto	47
3.2 Ações desenvolvidas na turma B: adaptações ao estudo piloto.....	59
4 REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	67
4.1 Modelo de Argumentação de Sampson e Blanchard (2012).....	67
4.2 Quadro Analítico de Simon, Erduran e Osborne (2006).....	69
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
5.1 Como os licenciandos avaliam a validade ou a aceitação de explicações alternativas para um fenômeno natural	75
5.1.1 Grupo A.....	76
5.1.2 Grupo B.....	90
5.1.3 Grupo C.....	101
5.1.4 Como os licenciandos avaliam a validade ou a aceitação de explicações alternativas para um fenômeno natural: análise global e implicações.....	111
5.2 Características dos argumentos que os alunos produziram para explicar os fenômenos observados	117
5.2.1 Grupo A.....	122
5.2.2 Grupo B.....	126
5.2.3 Grupo C.....	130
5.3 Como os licenciandos valorizam a argumentação científica	134
5.4 Contribuições das oficinas pedagógicas para o fomento à argumentação na formação inicial de professores de química	163
5.4.1 Projeto de regência 1: "Energia nuclear: solução ou problema?"	164
5.4.2 Projeto de regência 2: "Transform-Ação"	173

5.4.3 Projeto de regência 3: "Plásticos: aprenda como usar!"	181
5.4.4 Projeto de regência 4: "Tu fumas, eu não fumo: nós fumamos"	191
5.4.5 As regências dos licenciandos e o fomento à argumentação: análise global e implicações.....	198
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	211
REFERÊNCIAS.....	220
ANEXO A	229
ANEXO B	231
ANEXO C	233
APÊNDICE A.....	235
APÊNDICE B.....	237
APÊNDICE C	240
APÊNDICE D	242
APÊNDICE E.....	243
APÊNDICE F.....	246
APÊNDICE G	253
APÊNDICE H	256
APÊNDICE I	257
APÊNDICE J	259
APÊNDICE K.....	261
APÊNDICE L.....	262

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das duas últimas décadas, estudos sugerem a relevante contribuição que a promoção da argumentação em salas de aula pode trazer para a compreensão de conteúdos científicos, para o desenvolvimento de competências investigativas, epistemológicas e de tomada de decisão dos alunos (DUSCHL, 1998; JIMENEZ-ALEIXANDRE; DÍAZ, 2003; SIMON; ERDURAN; ORBORNE, 2006; DAWSON; VENVILLE, 2010).

Trabalhos que discutem a produção de conhecimento sobre a temática evidenciam o crescente interesse que tem despertado na comunidade acadêmica (SÁ; QUEIROZ, 2011; SAMPSON; BLANCHARD, 2012; MENDONÇA; JUSTI, 2013). No contexto nacional, Sá e Queiroz (2011) discutiram a produção acadêmica sobre a argumentação no ensino de ciências, a partir da investigação de trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e em revistas nacionais das áreas de Educação e Educação em Ciências. Os trabalhos foram analisados com relação ao ano de publicação, região geográfica, instituição de ensino superior de origem, nível de escolaridade ao qual se destina e foco temático. Com relação a este último aspecto, os autores constataram que as pesquisas investigadas se relacionam, principalmente, aos seguintes focos temáticos:

- *Estratégias promotoras da argumentação*: trazem estratégias de ensino que visam à promoção da argumentação com abordagem em aspectos científicos e/ou sociocientíficos;
- *Formação de professores*: apresentam discussões acerca do papel do professor na promoção da argumentação na sala de aula, em contextos de formação inicial ou continuada;
- *Elaboração de modelos*: trazem modelos para a avaliação de argumentos produzidos pelos alunos em distintas situações de ensino;
- *Espaço para a argumentação*: apresentam questões relacionadas ao espaço destinado à prática da argumentação em ambientes de ensino de ciências;
- *Mecanismos de ensino da argumentação*: discutem a viabilidade de mecanismos que visam ao ensino da argumentação aos estudantes;

- *Levantamento bibliográfico*: apresentam levantamento bibliográfico sobre pesquisas que tratam de questões concernentes à argumentação no ensino de ciências;
- *Análise de material didático*: analisam aspectos da argumentação existentes em materiais didáticos.

O estudo revelou um aumento crescente de pesquisas voltadas à temática, especialmente a partir da última década, assim como apontou ser a argumentação foco de investigação recente entre vários grupos de pesquisa, uma vez que os trabalhos foram apresentados, em sua maioria, nos ENPEC. Foi também observada uma maior quantidade de trabalhos voltados à física, em comparação às demais áreas e ao ensino médio. Desse modo, os autores indicam a necessidade de realização de mais estudos nas demais áreas, especialmente química e biologia, em todos os níveis de ensino. O estudo também mostrou haver uma concentração de pesquisadores que se dedicam às pesquisas em argumentação da região sudeste do país, sugerindo necessidade de estabelecimento de parcerias entre pesquisadores de diferentes regiões para que discussões concernentes ao assunto progridam.

Em relação aos focos temáticos, foi verificado que a maioria das pesquisas se concentra no desenvolvimento de estratégias promotoras da argumentação e na formação de professores, sendo estes os únicos focos tratados nas publicações presentes nas revistas. De particular interesse para o presente trabalho é o foco da formação de professores. Na revisão levada a cabo por Sá e Queiroz (2011) foram identificados 14 trabalhos com esse enfoque, dentre os 43 localizados. Nas revistas analisadas foram identificados seis deles, enquanto os demais foram apresentados nos ENPEC. Com a leitura dos seis trabalhos identificados nos periódicos, foi possível verificar que todos são provenientes de instituições de ensino superior situadas na região sudeste do país e que cinco deles foram desenvolvidos no mesmo grupo de pesquisa, na Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Constatamos, ainda, que os principais problemas investigados se referem às intervenções pedagógicas do professor para a promoção da argumentação (SANTOS; MORTIMER; SCOTT, 2001; CAPECCHI; CARVALHO; SILVA, 2001; VIEIRA; NASCIMENTO, 2009); as ações do professor formador tendo em vista a inserção dessa prática em ambientes de formação inicial de professores

de ciências (VIEIRA; NASCIMENTO, 2009; NASCIMENTO; PLANTIN; VIEIRA, 2008) e a adequação de modelos de argumentação na identificação de argumentos de licenciandos (NASCIMENTO; VIEIRA, 2008).

O trabalho de Mendonça e Justi (2013) também traz uma revisão da literatura sobre pesquisas na área de educação em ciências relacionadas à temática argumentação. Os autores realizaram o estudo segundo dois objetivos principais: o primeiro foi discutir os significados da argumentação; o segundo objetivo estava voltado à discussão sobre a importância da argumentação do ensino de ciências, especialmente com relação a seu papel na aprendizagem de conhecimentos científicos, na compreensão sobre ciência e no desenvolvimento de habilidades científicas.

Os autores procederam com o levantamento bibliográfico com o intuito de fornecer uma visão ampla da importância da argumentação tanto na ciência, quanto no ensino e na aprendizagem de ciências, a partir de uma síntese de pesquisas desenvolvidas recentemente. Algumas das principais questões e debates que têm permeado pesquisas recentes sobre argumentação no ensino de ciências, especialmente relações entre argumentação e modelagem e argumentação e explicação, são discutidas.

A revisão de Mendonça e Justi (2013) envolveu a busca em periódicos, anais de congressos e livros, nacionais e internacionais, da área de ensino de ciências publicados até agosto de 2012. Vale salientar que a pesquisa abordou a relação entre argumentação e ensino-aprendizagem de ciências, assim, não abrangeu artigos que tratam da relação entre argumentação e formação de professores. Os resultados apontaram um vasto conhecimento sobre o papel da argumentação no processo de ensino-aprendizagem de ciências gerado nos últimos anos, todavia, indicaram ser praticamente inexistente o espaço destinado à argumentação nas salas de aula de ciências. Segundo o que foi observado pelos autores sobre as pesquisas em geral, ainda prepondera a visão do professor como transmissor de conhecimentos e da ciência.

Ainda que não tenham a formação de professores como alvo de seu levantamento, Mendonça e Justi (2013) sugerem que formadores de professores de ciências passem a discutir vários aspectos relacionados à argumentação em cursos de formação inicial e continuada de professores, de modo a contribuir para que os

resultados das pesquisas possam influenciar o cotidiano das salas de aula de ciências.

Sampson e Blanchard (2012) trazem, a partir de uma revisão bibliográfica sobre o papel da argumentação no ensino de ciências, considerações a respeito da relação entre a temática e a formação de professores, que respaldam a realização do presente trabalho. De acordo com os autores, entender o que os professores sabem sobre a argumentação e suas impressões sobre o seu papel no ensino de ciências é de grande relevância, na medida em que o real uso em um ambiente de ensino de um novo currículo, estratégia ou tecnologia depende, em grande parte, do que os professores sabem a respeito, de como valorizam e se decidem usá-los.

O estudo de Sampson e Blanchard (2012) revela ainda que há grande quantidade de pesquisas que se concentram em como os alunos participam da argumentação, como ocorrem as explicações e a natureza dos argumentos. Entretanto, há poucas pesquisas que se destinam a avaliar como professores participam na produção de argumentos, especialmente quando tentam promover e apoiar a participação dos alunos na argumentação científica. Em contrapartida, os autores observaram que a literatura também sugere que o conhecimento dos professores sobre argumentação pode influenciar a natureza das atividades em sala de aula e a forma como os alunos aprendem. Nesse sentido, o trabalho em pauta demonstra que a literatura pertinente ilustra a importância da compreensão dos professores sobre argumentação e de sua influência sobre a natureza dos processos argumentativos que ocorrerão em sala de aula.

Diante de tais considerações, é desejável que os professores se engajem em ações que os conduzam a uma prática de alto nível de elaboração e/ou aprimoramento no que concerne a habilidades argumentativas no processo de ensino-aprendizagem (OZDEM et al., 2011). Sampson (2009) coloca que, embora sejam de grande valia os esforços empreendidos em privilegiar a ocorrência da argumentação em ambientes de ensino, a contemplação de qualquer um desses aspectos exigirá professores qualificados no sentido de compreenderem e valorizarem esse tipo de atividade como uma forma viável de promover a aprendizagem significativa em ciências.

Assim, é premente a necessidade de pesquisas que se debrucem sobre questões dessa natureza. É visando colaborar na geração de conhecimento no que concerne às questões mencionadas que, no presente trabalho nos propomos a

investigar um processo de formação em argumentação em um contexto de formação inicial de professores de química. No tópico a seguir serão apresentadas as constatações por nós alcançadas a partir de um levantamento bibliográfico realizado sobre o tema em foco.

1.1 Argumentação e formação de professores: uma revisão

Neste tópico temos como objetivo identificar e analisar, por meio de revisão bibliográfica, as principais características das pesquisas que relacionam argumentação e formação de professores de ciências. Para tanto, buscamos trabalhos sobre a temática em artigos completos publicados em periódicos nacionais e internacionais relacionados às áreas de Educação e Ensino de acordo com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)¹.

Os trabalhos analisados foram aqueles publicados nos periódicos relacionados às referidas áreas na forma de textos completos disponíveis no Portal de Periódicos da Capes² – uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza a instituições de ensino e pesquisa no Brasil parte da produção científica nacional e internacional – até o ano de 2014.

Outro critério de seleção dos periódicos foi a sua avaliação junto ao Qualis da Capes³. Esse programa corresponde ao conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. A classificação de periódicos é realizada pelas áreas de avaliação e passa por um processo anual de atualização. Esses veículos são enquadrados em estratos indicativos da qualidade: A1, o mais elevado; A2; B1; B2; B3; B4; B5; C, respectivamente. Nessa premissa, estabelecemos também o critério de selecionar artigos pertencentes a periódicos avaliados com conceito A1, A2, B1 ou B2 pelo programa Qualis da Capes.

A partir desse recorte e tendo em vista o objetivo desta revisão excluimos os periódicos relacionados à área de Ensino de Matemática. Nesse contexto, um total

¹ Disponível em: www.capes.gov.br. Acesso em 06 jul. 2015.

² Disponível em http://www.periodicos.capes.gov.br/ez67.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_phome. Acesso em 06 jul. 2015.

³ Disponível em <http://qualis.capes.gov.br/webqualis/>. Acesso em 06 jul. 2015.

de 41 revistas foi pesquisado, sendo 17 nacionais e 24 internacionais. O intervalo de tempo analisado foi variável para cada revista, correspondendo aos números disponíveis de cada uma delas no Portal da Capes. A lista das revistas pesquisadas, a área e o respectivo conceito Qualis (para as áreas de Ensino e Educação), assim como o período consultado se encontra no Apêndice A. A Tabela 1 ilustra as revistas nas quais foram localizados artigos sobre a temática em foco.

Tabela 1 - Revistas consultadas no Portal de Periódicos Capes, nas quais foram localizados artigos sobre a temática em foco.

REVISTA	PERÍODO ANALISADO
Ciência e Educação	1998-2014
Cultural Studies of Science Education	2006-2014
International Journal of Science Education	1997-2014
Investigações em Ensino de Ciências	1996-2014
Journal of Baltic Science Education	2002-2014
Journal of Research in Science Teaching	1996-2014
REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	2002-2014
Research in Science and Technological Education	1990-2014
Research in Science Education	1990-2014
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	2004-2014
Science & Education (Dordrecht)	1992-2014
Science Education International	1990-2014
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	1990-2014

Para a identificação dos trabalhos optamos por selecionar aqueles que apresentam expressões identificadoras em seus títulos que remetem às relações entre argumentação e formação de professores, ou seja, que trazem a combinação de palavras relacionadas à formação de professores (formação de professores de ciências, formação inicial, formação continuada, *teacher education*, *pre-service teachers*, *science teaching*, *science teachers* etc.) e à argumentação (argumentos, argumentação, argumentação científica, práticas argumentativas, *arguments*, *argumentation*, *scientific argumentation*, *argumentation practices*, *argumentative strategies* etc.), como no seguinte exemplo: “*Argumentation practices in classroom: pre-service teachers’ conceptual understanding of chemical equilibrium*” (KAYA, 2013). Foi a partir dessas expressões que os trabalhos foram prioritariamente selecionados.

Como procedimento de análise, foi realizada uma primeira leitura dos textos selecionados. A etapa seguinte desse levantamento consistiu na classificação dos

trabalhos em dois focos centrais: formação inicial de professores e formação continuada de professores. Tais focos foram definidos de acordo com o objeto e sujeitos de pesquisa explicitados nos trabalhos e são descritos e discutidos nas seções a seguir.

Localizamos 27 trabalhos publicados nos periódicos pesquisados (APÊNDICE B). As constatações alcançadas decorrentes da leitura dos trabalhos foram úteis para o entendimento sobre ações desenvolvidas na formação de professores e evidenciaram que, nesse sentido, as ações sobre o processo de formação, tanto inicial quanto continuada, se encontram bastante balanceadas: foram identificados 15 trabalhos voltados à formação inicial e 13 trabalhos para a formação continuada. Cabe salientar que um dos artigos apresenta implicações voltadas para os dois campos. A seguir discutimos os trabalhos relacionados a cada um dos focos de investigação mencionados anteriormente.

1.1.1 Formação inicial de professores

A partir da leitura dos trabalhos localizados foi possível agrupá-los em categorias, que correspondem às suas temáticas principais. Portanto, as pesquisas por nós enquadradas neste foco tratam de ações desenvolvidas em cursos de formação inicial de professores de ciências. No que diz respeito à formação inicial, estes apresentam as seguintes categorias:

- a. Análise de argumentos de licenciandos (VIEIRA; NASCIMENTO, 2007; NASCIMENTO; PLANTIN; VIEIRA, 2008; ZEMBAL-SAUL et al., 2002; LAWSON, 2002; SARACALOGLU; AKTAMIS; DELIOGLU, 2011; MCDONALD, 2010; KAYA, 2013; AYDENIZ; GÜRÇAY, 2013; ÇOBAN, 2013; ROBERTSHAW; CAMPBELL, 2013; OZDEM et al., 2013; CETIN, 2014);
- b. Revisão bibliográfica sobre argumentação (ISLAS; SGRO; PESA, 2009; ARCHILA, 2012);
- c. Procedimentos e práticas do formador em argumentação (VIEIRA; NASCIMENTO, 2009).

a. Análise de argumentos de licenciandos

Foram encontrados 12 trabalhos relacionados à análise de argumentos de licenciandos. Estes tratam da identificação e análise de argumentos produzidos em

contextos de formação inicial, a partir de intervenções voltadas à argumentação. Observamos que distintos foram os mecanismos utilizados pelos pesquisadores para a promoção da argumentação nos ambientes de formação. Em alguns deles o foco estava nas ações do professor formador para o fomento à argumentação em sala de aula (VIEIRA; NASCIMENTO, 2007; NASCIMENTO; PLANTIN; VIEIRA, 2008); em outros trabalhos a ênfase estava na estratégia ou no método de instrução utilizado (LAWSON, 2002; SARACALOGLU; AKTAMIS; DELIOGLU, 2011; MCDONALD, 2010; KAYA, 2013; AYDENIZ; GÜRÇAY, 2013; ROBERTSHAW; CAMPBELL, 2013; OZDEM et al., 2013; CETIN, 2014), ou ainda em determinado recurso (ZEMBAUL-SAUL et al., 2002; ÇOBAN, 2013), com o intuito de favorecer a produção de argumentos pelos licenciandos.

Nos trabalhos de Vieira e Nascimento (2007) e Nascimento, Plantin e Vieira (2008) foram analisados os argumentos produzidos por licenciandos em física em situações nas quais o professor formador adotou procedimentos discursivos voltados a esse fim.

Vieira e Nascimento (2007) investigaram a forma como licenciandos e professor formador, em um contexto de uma disciplina de Prática de Ensino de Física, argumentaram sobre um conteúdo específico. Para a condução das discussões, os autores partiram de uma base teórica em que se concebe que não há aprendizado sem contradição, ou seja, se não forem examinadas duas perspectivas contrárias em relação à questão levantada. Dessa forma, considerando tais ideias e analisando as ações pedagógicas do formador na dinâmica argumentativa por meio da identificação da estrutura dos argumentos proposta por Toulmin (2001), os autores buscaram compreender como o recurso pedagógico do formador, de colocar ambas as perspectivas no início da discussão, levaria os licenciandos a articularem o problema segundo as suas próprias opiniões.

A partir da análise dos dados, os autores verificaram indícios de que a contraposição inicial de ideias presente na fala do formador levou a uma tomada de consciência dos licenciandos sobre os dois lados da questão, posto que os licenciandos se apropriaram, explícita ou implicitamente, das garantias dos argumentos favoráveis e contrários para elaborar seus próprios argumentos. Desse modo, observaram, com a análise da estrutura da argumentação, um jogo entre os dois argumentos apresentados inicialmente pelo formador, transformando-

os em elementos dos argumentos subsequentes dos licenciandos e do próprio formador.

Como conclusão do trabalho, os autores sinalizaram a necessidade de compreensão com relação à liberdade de escolha que o locutor dá, neste caso o formador, a seus interlocutores (licenciandos) na produção dos argumentos. Ou seja, os autores concluem seu trabalho com questionamentos que surgiram a partir da análise dos dados, como: a existência ou não de apoio para a garantia do argumento cumpre o papel de evitar aprisionar a opinião dos licenciandos em uma autoridade? Se tal apoio fosse explicitado, a discussão seguiria novos rumos? Se o formador tivesse elaborado um argumento com um apoio baseado em uma autoridade (livro, cientista etc.), como este argumento estaria inserido nesta discussão? Assim, tais questões representam variações no processo de produção dos argumentos, os quais, segundo os autores, são fatores relevantes a serem considerados e examinados em futuros estudos.

Nascimento, Plantin e Vieira (2008) analisaram o processo de validação de argumentos em uma situação na qual um professor formador promoveu uma contraposição de ideias com o intuito de sugerir contribuições para o processo de ensino de aprendizagem em contexto de formação inicial de professores de física. A pesquisa teve como questões principais como as posições de dominância interacionais influenciam nesse processo de validação e se há regularidade nessas posições. Segundo os autores, a validação se opera no diálogo crítico, seja face a face (como em uma avaliação oral ou em uma banca de avaliação de tese), seja à distância (como em uma avaliação escrita ou na avaliação por pares de um artigo científico). Em uma situação de validação em contexto de diálogo (face a face), os pares podem assumir posições assimétricas: um pode estar em posição de autoridade superior ao outro e vice versa. Esse tipo de posicionamento pode ser alterado rapidamente no curso da interação; mas pode ter uma estabilidade quando ocorre o fenômeno de dominância. Um exemplo de dominância apresentado pelos autores é a posição do “bom aluno”, que é sistematicamente validada por seus colegas. A relação entre professor e alunos coloca esse primeiro, em geral, em uma dominância superior aos demais e é um exemplo de dominância de alta estabilidade.

Com essa premissa, foi analisado um episódio de ensino que se constituiu por argumentações de licenciandos e formador, com contraposições de ideias explícitas sobre dois domínios temáticos. Os autores relataram ter se deparado com diversas

restrições ao discurso argumentativo a partir do contexto da formação de professores de física analisado. De acordo com os autores, na sala de aula a validação do professor não pode ser limitada ao julgamento de falso e verdadeiro das proposições. Ele necessita avaliar os argumentos e sua relação com a posição interativa do enunciador para incluir o máximo de alunos no jogo argumentativo. Observaram também que a permanência de dominâncias interativas em sala de aula pode silenciar vozes importantes para o processo de ensino-aprendizagem. Assim, sugerem um olhar mais diretamente voltado à validação dos argumentos, pois, embora os procedimentos propiciem uma orientação geral para o discurso argumentativo, são as validações dos argumentos efetuadas em seu desenvolvimento as responsáveis por manter e refinar esses argumentos. Enfim, apontam que por meio desses recursos é possível ao formador modificar sua posição assimétrica de dominância ou transferi-la para outros locutores (os alunos).

Os trabalhos de Vieira e Nascimento (2007) e Nascimento, Plantin e Vieira (2008) demonstram iniciativas importantes implementadas no âmbito da formação de professores de ciências para a tomada de conhecimento por parte dos licenciandos com relação à argumentação. As análises e considerações apresentadas nesses trabalhos assinalam a influência e a relevância das ações empreendidas pelo professor em sala de aula para a produção de argumentos pelos alunos. Nesse sentido, corroboram as intervenções realizadas na presente tese, uma vez que também realizamos ações de formação em argumentação no contexto de uma disciplina de Prática de Ensino de Química. Assim, concordamos com Sá (2010), quando consideramos ser necessário o comprometimento das instituições formadoras em promover nos futuros professores as competências necessárias para a reflexão sobre as finalidades do ensino de ciências e as estratégias necessárias para sua implementação.

Conforme mencionado anteriormente, a maioria dos trabalhos alocados nesta categoria destaca a estratégia ou o método de instrução utilizado na promoção de argumentos por parte de licenciandos (LAWSON, 2002; SARACALOGLU; AKTAMIS; DELIOGLU, 2011; KAYA, 2013; AYDENIZ; GÜRÇAY, 2013; ROBERTSHAW; CAMPBELL, 2013; OZDEM et al., 2013; CETIN, 2014).

Nas pesquisas desenvolvidas por Saracaloglu, Aktamis e Delioglu (2011), Kaya (2013) e Cetin (2014) foram realizadas atividades voltadas à instrução de determinados conceitos científicos para licenciandos com o intuito de instaurar

práticas argumentativas em sala de aula. Além de abordarem questões essencialmente científicas, um aspecto comum entre esses trabalhos foi a adoção de um grupo de controle e um grupo experimental como metodologia de coleta de dados, sendo apenas no grupo experimental que as intervenções voltadas à produção de argumentos foram desencadeadas.

No trabalho de Saracaloglu, Aktamis e Delioglu (2011) conceitos de mecânica foram trabalhados com licenciandos em física. No grupo de controle os conceitos foram abordados de maneira clássica, enquanto que no grupo experimental os licenciandos foram orientados no processo de construção dos argumentos, especialmente com relação ao desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico. Foram realizados testes no início e ao final da proposta e, a partir da análise multivariada dos argumentos produzidos pelos licenciandos, feita com o auxílio do *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), os autores constataram haver distinções significativas entre os dois grupos, especialmente com relação aos argumentos observados no teste final em comparação ao inicial. No grupo experimental foram observados argumentos considerados pelos autores de alta qualidade, nos quais os licenciandos demonstraram habilidades de senso crítico, uso de dados para apoiar suas ideias e questionamentos das evidências contrárias.

Na pesquisa de Kaya (2013) o conceito de equilíbrio químico foi o foco de estudo com licenciandos em ciências. No grupo experimental este conceito foi trabalhado por meio de práticas baseadas na argumentação, nas quais os licenciandos foram instigados a participar das aulas ativamente e a cumprir tarefas para as quais deveriam construir argumentos, como por exemplo, a participação em discussões na sala de aula sobre os assuntos trabalhados. É digno de nota que foram dadas a ambos os grupos (experimental e controle) instruções explícitas sobre a argumentação e os componentes de um bom argumento.

O autor concluiu que o ensino baseado na argumentação é uma maneira eficaz para o ensino de conceitos em contextos de educação científica. Ao considerar que uma das fontes dos equívocos conceituais dos alunos é proveniente dos equívocos dos professores, coloca a relevância do conhecimento dos professores sobre o assunto para a compreensão conceitual dos alunos. Portanto, alerta para a necessidade de valorizar a aprendizagem conceitual dos professores durante o processo de formação. Para isso, considera que a argumentação deve ser explicitamente ensinada na formação de professores, uma vez que as práticas

argumentativas têm um impacto positivo na educação científica. Assim, o autor recomenda que os professores de ciências devem aprender a ensinar a argumentação em contextos científicos, e o ambiente de formação inicial torna-se adequado para tal, pois, se os licenciandos estão engajados em atividades baseadas na argumentação durante o período de sua formação docente, eles poderão usar essas atividades em suas aulas e encorajar futuras práticas argumentativas.

Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014), ao investigarem as potencialidades do ensino da estrutura de um “bom” argumento, baseado no Modelo de Toulmin (2001), como apoio ao desenvolvimento de habilidades argumentativas de alunos de graduação em química, observaram argumentos de maior qualidade em uma turma orientada sobre “como argumentar” em comparação à turma em que essa instrução não foi explícita. Esse fato levou os autores a concluir que fornecer orientações a respeito do emprego dos componentes argumentativos influencia positivamente na argumentação dos estudantes. Em contrapartida, alertam para o fato de não haver consenso na literatura sobre a questão em pauta, sendo necessárias mais pesquisas a respeito.

Cetin (2014) relatou o tratamento do conceito de ligação química com licenciandos em ciências. Assim como nos trabalhos relatados anteriormente, no grupo experimental as atividades de ensino foram realizadas com o intuito de fomentar a argumentação pelos licenciandos. A qualidade dos argumentos e os conceitos utilizados para sua construção foram tomados como objetos de estudo. As percepções dos alunos sobre argumentação foram também investigadas ao final do processo de aplicação da proposta de ensino.

Os resultados do estudo indicaram que a intervenção baseada na argumentação causou significativa aquisição de conceitos, como também influenciou positivamente a estrutura e a complexidade da argumentação dos licenciandos. Além disso, foi também observada uma boa receptividade entre os licenciandos em relação às atividades voltadas à argumentação.

Os resultados dos estudos de Saracaloglu, Aktamis e Delioglu (2011), Kaya (2013) e Cetin (2014) indicaram que intervenções baseadas em práticas argumentativas podem causar significativa melhoria no processo de compreensão de conceitos relacionados aos conteúdos de ciências e contribuíram para a produção e aumento da qualidade de argumentos pelos licenciandos. Logo, as

constatações apresentadas sugerem que deve ser dada mais importância à compreensão de conceitos pelos professores durante sua formação.

Pesquisas que abordam a argumentação em situações instrucionais por meio de questões científicas sustentam a hipótese de que o conhecimento científico discutido nos temas abordados, embora faça parte de um conhecimento “consolidado”, proporciona oportunidades para argumentar e discutir a compreensão que os estudantes possuem sobre a temática (NIAZ et al., 2002; DUMRAUF; CORDEIRO, 2005). Essas ações proporcionam a retirada dos alunos de procedimentos de mera repetição de conteúdos e favorecem a compreensão do conhecimento científico.

Além da abordagem de questões científicas, nos trabalhos de Aydeniz e Gürçay (2013) e Robertshaw e Campbell (2013) questões sociocientíficas foram utilizadas para fomentar a argumentação entre os licenciandos. O Modelo de Toulmin (2001) foi utilizado em ambos os trabalhos para a análise da estrutura do argumento.

Aydeniz e Gürçay (2013) avaliaram a qualidade de argumentos produzidos por licenciandos em física a partir da solicitação de produção escrita para apoiar ou contestar a decisão de um governo em investir em uma central nuclear. Os autores observaram que a maioria dos licenciandos conseguiu fornecer evidências para justificar suas conclusões, todavia, não relacionaram de maneira satisfatória a afirmação, os dados e o conhecimento básico necessários aos argumentos. Além disso, foram também observadas ideias equivocadas a respeito da temática.

Robertshaw e Campbell (2013) investigaram mudanças ocorridas na capacidade de licenciandos de argumentarem cientificamente após participarem de atividades voltadas ao debate de questões sociocientíficas. Assim, esse estudo propôs instruir os licenciandos para a prática da argumentação utilizando o Modelo de Toulmin - TAP (2001). Esse curso enfatizou a compreensão de como a ciência interage com a sociedade e como professores de ciências poderiam discutir essas questões com seus alunos. Durante a sua realização, os licenciandos foram estimulados a utilizar um *blog* para enviar mensagens de reflexão e construção dos argumentos. A coleta dos dados envolveu a realização de um teste inicial (pré-teste), no qual os estudantes produziram argumentos antes de tomarem conhecimento sobre o TAP. Ao final do curso os alunos refizeram seus argumentos (pós-teste) considerando o que tinham aprendido sobre o TAP.

O estudo mostrou que a instrução baseada na argumentação pode oferecer significativas contribuições à formação de professores de ciências. Nessa perspectiva, os autores colocam a importância de os formadores de professores gerenciarem os aspectos a serem trabalhados na universidade de modo que sejam oferecidas oportunidades aos licenciandos de desenvolverem habilidades argumentativas, visando o alcance de benefícios ao ensino de ciências.

Segundo Sá (2010), abordagens de questões sociocientíficas têm sido recomendadas em várias pesquisas realizadas na área de ensino de ciências, pois, por meio desse tipo de abordagem é possível formar cidadãos comprometidos socioambientalmente, com capacidade crítica e reflexiva, que lhes permitam analisar o mundo. Tais questões vão ao encontro do que se propõe para um ensino voltado à construção de argumentos. Trabalhos reportados na literatura apontam a abordagem de questões sociocientíficas em sala de aula como capazes de promover o desenvolvimento da capacidade argumentativa, uma vez que as situações nas quais os estudantes são submetidos forçam a tomada de decisão frente aos conhecimentos científicos apresentados na problemática e priorizam aspectos da vida real dos indivíduos frente aos problemas científicos apresentados (PATRONIS et al., 1999; KOLSTON, 2006).

Ozdem et al. (2013), McDonald (2010) e Lawson (2002) fizeram uso de atividades de investigação como caminho para a produção de argumentos por licenciandos em ciências. Os autores desenvolveram suas intervenções em contextos de atividades experimentais, considerando ser este um espaço adequado para fomentar a argumentação, uma vez que permite a obtenção de evidências, coleta e tratamento dos dados, interpretação e discussão dos resultados.

Ozdem et al. (2013) investigaram como licenciandos em ciências executam atividades experimentais orientadas para o questionamento e os argumentos gerados a partir da participação em tais atividades. As intervenções foram divididas em duas sessões: na primeira os licenciandos desenvolveram hipóteses, realizaram experimentos, coletaram e processaram os dados para verificar suas hipóteses. Ao final desta etapa os licenciandos prepararam relatórios, além de uma apresentação sobre suas principais conclusões para discussão na segunda etapa. Para a análise dos dados os autores fizeram uso do esquema de argumentação de Walton (1996).

Os autores observaram a ocorrência de argumentos construídos com bases empíricas e científicas. Foi também verificada grande variedade nos argumentos

produzidos, sendo estes altamente influenciados pela natureza da atividade realizada. Por exemplo, durante a atividade experimental foram gerados mais argumentos baseados em evidências; durante as discussões foram identificados em maior frequência argumentos baseados na opinião de especialistas.

O trabalho de McDonald (2010) procurou avaliar a influência de discussões sobre a natureza da ciência e instruções baseadas em argumentação na formação dos licenciandos. Para tanto, o autor seguiu uma perspectiva construtivista baseada em Denzin e Lincoln (2000, apud McDonald, 2010)⁴, que foi escolhida para orientar e descrever as conclusões do estudo. Logo, lançaram mão de uma variedade de métodos qualitativos, incluindo questionários, pesquisas, entrevistas, arquivos de áudio e vídeo e anotações de campo. As aulas foram realizadas semanalmente em sessões de três horas, e ocuparam um período de ensino de 11 semanas. Cada aula consistia de duas etapas: uma abordando conceitos básicos de química e uma baseada na aplicação e desenvolvimento do conhecimento conceitual. Em adição a essas aulas, os pesquisadores agregaram um conjunto de seis componentes que foram utilizados para proporcionar oportunidades ao desenvolvimento de pontos de vista dos participantes sobre questões relacionadas à natureza da ciência e habilidades de argumentação.

A partir desse processo de formação, os licenciandos foram orientados a planejar e implementar um projeto de laboratório baseado em uma investigação voltada a apurar a substância mais eficiente para o derretimento do gelo. Os licenciandos trabalharam em grupos no planejamento e condução de suas experiências, assim como na coleta e justificativa e uso de seus dados. A análise dos argumentos elaborados pelos licenciandos indicou um progresso na qualidade de sua argumentação. Esse fato pôde ser observado por conta da aplicação de questionários nas várias etapas do processo.

Implicações do estudo indicam que futuras pesquisas que visem a incorporação da natureza da ciência e argumentação devem considerar que, como os participantes podem recorrer a múltiplas formas de raciocínio epistemológico em diferentes contextos, é importante fornecer a eles orientações explícitas que lhe permitam aplicar o raciocínio epistemológico apropriado em determinados contextos

⁴ Denzin, N.K.; Lincoln, Y.S. **Handbook of qualitative research** (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage, 2000.

de argumentação. Do mesmo modo, os autores recomendam fornecer instruções adicionais à construção de argumentos, como o conhecimento científico necessário e habilidades de trabalho em grupo, tendo em vista que vários fatores podem limitar o envolvimento dos alunos nessa prática. Aliado a isso, a inclusão de orientação explícita sobre argumentação, assim como o fornecimento de dados, explicações e alternativas durante as tarefas podem facilitar a participação dos alunos. Por fim, sugere-se também a importância do cuidado no planejamento das atividades, a fim de garantir que os alunos reconheçam a necessidade de justificar seus dados.

O trabalho de Lawson (2002) buscou avaliar o desempenho de licenciandos em biologia na construção de argumentos em uma sequência de atividades voltadas à formulação e avaliação de hipóteses. Na primeira fase da pesquisa foi entregue um questionário, em escala *Likert*, que avaliou a capacidade de os alunos diferenciarem hipóteses, previsões, observações, resultados e conclusões. Na fase seguinte, os licenciandos foram introduzidos à utilização de argumentos hipotético-preditivos no contexto de um teste de hipóteses sobre balanço de pêndulos. Nesta etapa realizaram testes, observaram resultados, tiraram conclusões, assim como também foram instruídos sobre o padrão da argumentação. Na última etapa apenas examinaram variações fenotípicas em várias espécies de moluscos e foram orientados a construir argumentos sobre as causas das variações observadas.

A análise para a identificação dos argumentos foi considerada satisfatória pelos autores, pois demonstrou a capacidade dos licenciandos no tratamento das hipóteses e das causas para o observado, especialmente na fase em que podiam manipular os experimentos. Por outro lado, os autores verificaram uma queda de desempenho quando as causas das hipóteses foram apenas observáveis (última fase da atividade). Esse fato foi percebido a partir da identificação de falhas nos argumentos dos licenciandos, como a presença de elementos confusos ou a falta de algum deles, ausência de relação entre as hipóteses e os resultados previstos e a desconsideração de hipóteses alternativas.

Os autores ponderaram que para a compreensão da ciência é necessário considerar entidades teóricas não observáveis (átomos, por exemplo) e processos muitas vezes utilizados para explicar os fenômenos observáveis (expansão térmica, por exemplo). Por conseguinte, um ensino de ciências eficaz requer o entendimento de tais entidades, de modo que os licenciandos desenvolvam competências de formular e testar hipóteses adequadamente e tenham consciência suficiente da

natureza da ciência para ensinar ciência de modo a desenvolver atividades voltadas à investigação.

Zemal-Saul et al. (2002), com intuito de estimular a prática da argumentação em licenciandos em ciências, fizeram uso de *scaffolds* aliados a ferramentas computacionais no fomento a essa prática. Assim, *scaffolds* presentes em um *software* denominado *Galapagos Finches* foram utilizados como forma de guiar um trabalho de investigação dos licenciandos. Vale salientar que *scaffolds* são ferramentas utilizadas para dar suporte à construção do conhecimento, ajudando os alunos no desempenho de atividades que estão além de suas habilidades. Dessa forma, a premissa é ajudar o aprendiz a fazer uma ponte entre o que ele sabe e o que ele pretende aprender, a partir de modelos e orientações (CEZAR; SANTOS; PRATES, 2006).

Os resultados do estudo sugerem que, quando utilizadas de forma adequada, estratégias de *scaffolds* incorporadas a *softwares* podem apoiar os alunos em complexas práticas de investigação, uma vez que desempenham um papel importante no apoio, articulação e desenvolvimento de argumentos baseados em evidências científicas. Foi observado que os licenciandos apoiaram seus argumentos com evidências, assim como propuseram argumentos alternativos durante a investigação. Os autores alertam ainda que, embora esses recursos sejam bastante úteis no processo, não se deve perder de vista a relevância do apoio instrucional no ambiente de aprendizagem. Com isso, concluem que os licenciandos necessitam de múltiplas oportunidades em seu período de formação, especialmente aquelas que possibilitem aprender ciência em contextos baseados em problemas autênticos, a fim de desenvolver uma compreensão sólida sobre a ciência e promover a aprendizagem de seus alunos.

Assim como Zemal-Saul et al. (2002), Çoban (2013) lançou mão de uma ferramenta de construção de argumentos para favorecer a prática da argumentação entre licenciandos em ciências. O autor realizou um estudo comparativo entre dois grupos de licenciandos em um contexto de experimentação, a fim de verificar os efeitos da aplicação de um mapa de orientação na construção de argumentos a um dos grupos. Durante a realização da pesquisa, enquanto o grupo experimental recebeu atividades laboratoriais orientadas com base nos mapas de argumentos, o grupo controle recebeu atividades laboratoriais baseadas somente nas orientações do formador.

Os alunos receberam as atividades laboratoriais na forma de situações-problema (cenários) que incluíam questões a serem solucionados por meio de investigação científica, sendo orientados a refletir sobre essas situações em contextos reais. Sete situações-problema foram elaboradas e utilizadas durante a realização do curso, além de terem sido propostas a ambos os grupos (controle e experimental). Os resultados sugerem que as atividades experimentais apoiadas por mapas de argumentos podem ser utilizadas para desenvolver habilidades significativas na aprendizagem de ciências.

Por outro lado, os autores observaram que efeitos significativos nas visões epistemológicas dos licenciandos poderão ser verificados a longo prazo. Logo, os resultados positivos na construção de argumentos pelos licenciandos envolvidos nos trabalhos de Zembal-Saul et al. (2002) e Çoban (2013) corroboram aspectos discutidos anteriormente neste tópico, sobre as potencialidades da orientação explícita em argumentação fornecer caminhos para que esta prática seja fomentada em salas de aula de ciências e em ambientes de formação de professores.

b. Revisão bibliográfica sobre argumentação

Foram localizados dois trabalhos relacionados à revisão bibliográfica sobre argumentação e suas implicações para a formação de professores de ciências. Tais estudos apresentam elementos que defendem a necessidade de os professores serem preparados para fomentar a argumentação em sala de aula (ISLAS; SGRO; PESA, 2009; ARCHILA, 2012). Em ambos os trabalhos são tratadas questões relacionadas às tendências na formação inicial de professores e discussões teóricas das ações que devem ser consideradas durante esse processo. Vale destacar que o trabalho de Islas, Sgro e Pesa (2009) também trata da formação continuada de professores, portanto, também será mencionado no tópico destinado a esse foco de investigação.

No primeiro artigo, Islas, Sgro e Pesa (2009) apresentam uma discussão teórica, pautados em uma investigação sobre a formação epistemológica de professores de física, abordando os saberes docentes sobre o caráter dialógico da construção do conhecimento científico, a fim de proporem fundamentos e orientações para contribuir com essa formação. Os autores procederam com sua investigação sob duas vertentes: a formação docente em física e as formas de comunicação entre pesquisadores dessa área. Assim, iniciam sua discussão a partir

da análise de resultados de investigações reportadas na literatura com o intuito de observar as características dos debates que se constroem em torno da literatura científica da área. Para tanto, os autores apresentam alguns exemplos de argumentação mantidas entre os cientistas. Segundo eles, isto apoia a formação de professores que dá relevância para as discussões no âmbito da ciência como uma contribuição para a construção de visões menos estereotipadas de raciocínio científico e para perceber o caráter social da construção da ciência. Com base nos resultados dessa investigação, os autores se dedicam a mostrar que é possível, a partir da apresentação e discussão da própria dinâmica científica, gerar situações que ajudem os docentes a valorizar a atividade científica. Nesse sentido, apontam que a argumentação científica pode favorecer a construção dessas percepções.

Os autores constataram que, para apreciar as potencialidades da prática argumentativa na construção do conhecimento nos cursos de formação, será necessário estimular uma postura mais crítica a respeito da maneira com que se abordam os conteúdos. Assim, sugerem que, além de aspectos voltados à Epistemologia da Ciência, um âmbito propício para ampliar o espectro de atividades de ensino seriam aqueles dirigidos à problemáticas mais específicas da formação docente, como as Didáticas e Práticas de Ensino. Desse modo, ações como seminários dedicados a temas específicos, debates em torno de possíveis formas de levar a cabo uma proposta didática, de selecionar um livro texto, de interpretar o que foi observado em sala de aula, entre outras, podem ser para o docente em formação ocasiões para familiarizar-se com o exercício da capacidade de participação ativa no processo de ensino-aprendizagem.

Archila (2012) realizou uma revisão de literatura com a finalidade de discutir as implicações de pesquisas teóricas e práticas resultantes da investigação em argumentação para a formação de futuros professores de ciências. O autor partiu da necessidade de incorporar o que chama de “conteúdos argumentativos” nos programas de formação inicial. Para isso, expõe benefícios e desenvolvimentos teóricos e práticos da argumentação nas ciências e o propósito das investigações que exploram caminhos para a inclusão da argumentação na formação de professores de ciências. Por fim, o autor traz sugestões sobre aspectos a serem considerados no momento de incluir a argumentação na formação de professores de ciências.

A pesquisa teve seu delineamento metodológico na busca e localização de publicações sobre o tema em questão em bases de dados. Na seleção das bases de dados o autor contemplou revistas que comumente publicam trabalhos de investigação, seja sobre formação de professores, seja sobre argumentação, a partir da década de 90. As seguintes palavras-chave foram consideradas na pesquisa: argumentação, formação de professores de ciências, desenvolvimento profissional docente e ensino de ciências. Uma vez selecionadas as publicações, foram aplicados os seguintes critérios de inclusão ou exclusão dos trabalhos: concernência com a argumentação ou formação inicial de professores; relação do problema de investigação proposto com a argumentação e o desenvolvimento profissional docente; coerência do desenho metodológico empregado e implicações para futuros trabalhos acerca da argumentação e formação de professores. Posteriormente, os trabalhos selecionados foram divididos em duas categorias: benefícios e desenvolvimentos teóricos e práticos da argumentação em ciências e caminhos para a inclusão da argumentação na formação de professores de ciências.

A partir da análise dos trabalhos, o autor observou que a literatura consultada demonstra a existência de aportes relevantes para a compreensão do papel da argumentação no ensino de ciências e, em particular, na formação de professores de ciências, embora estes tenham sido realizados com menor frequência, uma vez que se refere a 11 dos 44 trabalhos considerados na revisão.

Como aspectos a serem considerados a partir da revisão, Archila (2012) coloca que se deve dar atenção à necessidade de realizar estudos rigorosos e com maior profundidade que permitam compreender as formas de argumentação dos licenciandos em ciências, em concordância com a necessidade de formar professores reflexivos e orientadores de processos educativos inovadores. O autor coloca que o notório avanço das investigações acerca da argumentação e o ensino de ciências engendra clara necessidade de inserir a argumentação nos currículos e práticas de formação inicial de professores. Ademais, foi também observado que há ainda consideráveis questionamentos sobre como a argumentação deve ser incluída nos currículos de formação docente. Nesse ínterim, o autor sugere que a argumentação não apareça em tais reformulações curriculares como mais uma disciplina a ser cursada pelos licenciandos, mas proveniente de uma ideia que concebe que “um professor que aprende a argumentar ensina para que se aprenda argumentando” (p. 368).

c. Procedimentos e práticas do formador em argumentação

Embora voltado à avaliação do processo de formação em argumentação na formação de professores, em um dos trabalhos localizados a atenção esteve voltada às ações do professor formador na promoção de argumentos pelos licenciandos (VIEIRA; NASCIMENTO; 2009).

Vieira e Nascimento (2009) discutiram um conjunto de procedimentos discursivos didáticos que um professor formador utilizou para conduzir situações argumentativas em sala de aula com licenciandos em física. Dessa forma, os autores buscaram elencar as características de tais procedimentos e como repercutiam no discurso argumentativo.

A pesquisa foi realizada em uma disciplina de Prática de Ensino de Física, sobre os procedimentos e práticas do formador nas situações argumentativas. Considerando o objetivo em caracterizar as situações discursivas argumentativas na disciplina em questão, os autores selecionaram um formador experiente e pesquisador do discurso em sala de aula, partindo da hipótese que esse fato se refletiria em práticas e ações exemplares na condução e coordenação dessas situações. Com isso, os autores buscaram explicitar tais práticas do formador na forma de Procedimentos Discursivos Didáticos, que constituem um conhecimento pedagógico que possa servir de referência para outros formadores quando confrontados com situações argumentativas estabelecidas ou potenciais. De acordo com os autores, o propósito foi mostrar que esses procedimentos podem servir como meios para se atingir e gerenciar determinados discursos e, assim, servir como recursos para cumprir determinados propósitos ligados às situações discursivas em sala de aula, em especial, à argumentação.

A coleta de dados envolveu, além da observação sistemática das aulas, a realização de duas entrevistas semiestruturadas com o formador, realizadas no início e no final da coleta de dados. A análise dos dados ocorreu a partir da sua organização em um quadro de apresentação dos dados. Esse quadro apresenta várias colunas: uma coluna para marcar os principais tópicos da aula observada; uma coluna com marcador (a contraposição de ideias) para os trechos das situações argumentativas; por fim, as colunas restantes são marcadores de tempo e identificação das aulas.

Os resultados demonstraram que os procedimentos discursivos se apresentaram de maneira fluida, ou seja, podiam servir ao cumprimento de

propósitos diversificados. Com relação a isso, os autores colocam a relevância de situar esses procedimentos no contexto em que aparecem, como por exemplo, no procedimento “justificar um ponto de vista”, em que aparece em um primeiro momento da aula com a função de favorecer a argumentação, sendo que, na sua segunda utilização, veio a restringí-la. Ou seja, os autores verificaram que, em momentos diferentes da dinâmica argumentativa, formas distintas de utilização de um mesmo procedimento discursivo serviram para cumprir objetivos distintos. Assim, levando em conta tais considerações, sugeriram, em situações de formação de professores, a necessidade de pesquisas que tenham como objeto de estudo o discurso em sala de aula, de modo que visem ampliar o conhecimento sobre os procedimentos discursivos de que o formador pode lançar mão no momento de gerenciar o discurso em contextos específicos, tanto em situações argumentativas quanto em outras situações.

1.1.2 Formação continuada de professores

A partir da leitura dos trabalhos localizados voltados à formação continuada de professores verificamos categorias semelhantes às aquelas identificadas nos trabalhos realizados na formação inicial, as quais destacamos a seguir:

- a. Análise de argumentos de professores (REZENDE; CASTELLS, 2010; SAMPSON; BLANCHARD, 2012);
- b. Análise da prática resultante da formação em argumentação (OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; OGUNNIYI, 2007a; OGUNNIYI, 2007b; SIMON; JOHNSON, 2008; MARTIN; HAND, 2009; DAWSON; VENVILLE, 2010; OSBORNE et al., 2013; MCNEILL; KNIGHT, 2013);
- c. Análise das percepções dos professores sobre argumentação (HEWSON; OGUNNIYI, 2011; SAMPSON; BLANCHARD, 2012);
- d. Revisão bibliográfica sobre argumentação (ISLAS; SGRO; PESA, 2009).

É possível perceber, portanto, que enquanto nas pesquisas voltadas à formação inicial um dos aspectos pesquisados foram os procedimentos e práticas do formador em argumentação, na formação continuada tiveram lugar a análise da

prática resultante da formação em argumentação e as percepções dos professores sobre essa prática.

a. Análise de argumentos de professores

Nos dois trabalhos relacionados a esta categoria, embora realizados com o intuito de verificar os argumentos produzidos pelos professores, distintas foram as estratégias para a produção e coleta desses argumentos, bem como os objetivos pretendidos (REZENDE; CASTELLS, 2010; SAMPSON; BLANCHARD, 2012).

Rezende e Castells (2010) fizeram uso de um Ambiente Virtual denominado *InterAge*[®] para investigar, a partir de um fórum de discussão, a construção social do conhecimento profissional entre professores de física. Os professores participantes foram convidados a propor uma solução para um problema em que um professor de física, em uma aula tradicional, não teve sucesso em ajudar seus alunos a construir conceitos sobre calor e temperatura. Assim, com o intuito de investigar como estratégias argumentativas contribuem para o processo de construção social de significados e tendo como referencial de análise uma combinação da perspectiva Bakhtiniana e a teoria de Perelman e Olbrechts-Tyteca, foram analisadas 35 mensagens enviadas pelos professores.

Os autores constataram que a argumentação tem papel relevante na construção colaborativa do conhecimento, logo, o destaque nas estratégias argumentativas dos participantes contribuiu para compreender esse processo de colaboração. A análise do discurso permitiu uma ideia mais precisa da construção compartilhada de significados. Foi também observado que a concepção dos professores evoluiu como uma consequência da apropriação de ideias discutidas na solução do problema, expressas por meio de enunciados considerados híbridos, ou seja, comentários teóricos mediados pela prática dos professores.

Sampson e Blanchard (2012) desenvolveram um estudo que tinha como objetivos identificar as estratégias adotadas, as características dos argumentos produzidos pelos licenciandos para respaldar uma explicação escolhida para a ocorrência de um fenômeno natural e investigar quais eram as visões dos professores sobre a integração da argumentação científica para o ensino-aprendizagem da ciência. Dessa forma, este trabalho foi enquadrado tanto nesta categoria, como na categoria c, que discute a análise das percepções de professores sobre argumentação.

Com relação aos objetivos pertinentes a esta categoria, para analisar os dados os autores fizeram uso de um modelo de argumento proposto por Sampson et al. (2011), que apresenta os componentes necessários para um argumento científico. Os resultados da pesquisa demonstraram que os professores frequentemente fizeram uso de conhecimentos prévios para avaliar a validade ou aceitação de uma explicação para um fenômeno natural. Apontaram também que muitos professores utilizaram apenas os dados disponíveis para fazer diferenciações entre as alternativas disponibilizadas, especialmente quando não tinham certeza da validade de seus conhecimentos prévios. Alguns professores também não conseguiram criar argumentos sólidos, uma vez que não encontraram fundamentações adequadas para justificar a explicação alternativa selecionada.

É digno de nota a pequena quantidade de trabalhos que buscam compreender o processo de construção de argumentos pelos professores, especialmente em formação continuada. Vale salientar que a estratégia utilizada pelos autores para investigar os caminhos percorridos pelos participantes na construção dos argumentos foi uma daquelas utilizadas na presente tese, na qual procuramos identificar os critérios utilizados por licenciandos em química na construção de explicações para um fenômeno natural.

b. Análise da prática resultante da formação em argumentação

Os trabalhos alocados nesta categoria dizem respeito a investigações resultantes de intervenções realizadas com a finalidade de instruir professores sobre argumentação e as consequências de tais ações em sua prática docente (OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; OGUNNIYI, 2007a; OGUNNIYI, 2007b; SIMON; JOHNSON, 2008; MARTIN; HAND, 2009; DAWSON; VENVILLE, 2010; OSBORNE et al., 2013; MCNEILL; KNIGHT, 2013).

Nesse sentido, na maioria dos trabalhos listados o objetivo primordial foi analisar as estratégias de ensino postas em prática pelos professores após o processo de formação, de modo a identificar ações favorecedoras da argumentação, ou seja, como contribuíram para a prática dos professores e para melhorar a qualidade dos argumentos dos alunos (OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; OGUNNIYI, 2007a; OGUNNIYI, 2007b; MARTIN; HAND, 2009; DAWSON; VENVILLE, 2010; OSBORNE et al., 2013).

Osborne et al. (2013) identificaram que uma abordagem baseada na argumentação para apoiar o desenvolvimento profissional de professores de ciências pode apresentar diferenças significativas no desenvolvimento dos argumentos dos estudantes por meio das mudanças de suas práticas.

Nos trabalhos de Osborne, Erduran e Simon (2004) e Simon, Erduran e Osborne (2006) a análise das contribuições orais dos professores para facilitar a argumentação mostrou práticas adequadas de argumentação em sala de aula. Foi relatado que alguns professores demonstraram interesse em promover discussão entre os estudantes, dedicando, portanto, tempo de aula a atividades voltadas à argumentação e ao processo de justificação.

No entanto, várias ressalvas foram também apresentadas nesses trabalhos. De acordo com os mesmos autores, embora tenham demonstrado consciência dos objetivos epistêmicos da argumentação, ficou também evidenciado que os professores parecem não ter uma apreciação plena sobre o potencial do discurso de oposição, ou seja, a contra-argumentação. Dessa forma, concluíram que para desenvolver a capacidade de compreender e aplicar a argumentação é necessário o processo de reflexão sobre a experiência anterior, de maneira que se possa dar início a um processo de reflexão-na-ação, o qual poderia auxiliar os professores a construir um novo entendimento sobre argumentação e seu valor para a aprendizagem da ciência.

Ogunniyi (OGUNNIYI, 2007a; OGUNNIYI, 2007b) apontou ser realmente possível e útil introduzir nos ambientes investigados estratégias de argumentação, entretanto, observou que os participantes experimentaram desafios, como a necessidade de os alunos disporem de competências linguísticas adequadas, bem como conhecimentos prévios; a necessidade de tempo adicional para o ensino; a necessidade de desenvolvimento profissional referente a estratégias de ensino e de desenvolvimento curricular adequado.

Nos trabalhos de Martin e Hand (2009) e Dawson e Venville (2010) houve o acompanhamento da trajetória de um único professor (um para cada trabalho) após serem submetidos a aulas sobre argumentação. Martin e Hand (2009) descreveram os fatores que afetam um professor de ciências com 16 anos de experiência na tentativa de mudar suas práticas pedagógicas, introduzindo elementos do argumento em suas aulas, especialmente as dificuldades em tornar sua abordagem mais centrada no aluno. Dawson e Venville (2010) buscaram identificar os tipos de

estratégias utilizadas por um professor de ciências, com a finalidade de introduzir no contexto de suas aulas de genética ações que favorecessem o desenvolvimento de habilidades argumentativas em seus alunos. Assim como Dawson e Venville (2010), na presente tese procuramos identificar nas estratégias de ensino propostas por licenciandos em química ações que favorecessem a argumentação. Acreditamos na relevância de pesquisas que possam descrever aspectos da prática do professor que contribuam para processos argumentativos em salas de aula de ciências.

No trabalho de Simon e Johnson (2008) a ênfase esteve no método utilizado no processo de formação em argumentação. Os autores utilizaram portfólios em um programa de formação continuada no auxílio ao ensino da argumentação científica. Cabe mencionar que portfólio é uma coleção das produções do aluno, as quais apresentam as evidências de sua aprendizagem. Portanto, é um trabalho organizado pelo próprio educando, tendo o professor ao seu lado como proponente e mediador das atividades, assinalando caminhos (SCHEIBEL et al., 2009).

O objetivo da pesquisa de Simon e Johnson (2008) foi verificar se os professores iriam desenvolver portfólios adequadamente e verificar a análise reflexiva de sua prática por meio da utilização da estratégia. Os professores foram incentivados a desenvolver critérios para a avaliação da qualidade dos argumentos dos alunos, especialmente como evidências foram utilizadas para justificar conclusões e como refutações foram incorporadas aos argumentos. Para incentivar a contra-argumentação, os professores foram instruídos a fazer uso de estratégias que pudessem envolver seus alunos em uma situação de conflito, estimulando refutações. As análises dos portfólios dos professores mostraram evidências de reflexão dialógica e todos eles apresentaram opiniões positivas relacionadas à utilização dos portfólios.

McNeill e Knight (2013) investigaram o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, da sigla em inglês *Pedagogical Content Knowledge*) que os professores têm sobre argumentação científica e as mudanças decorrentes de um curso de aperfeiçoamento profissional voltado ao desenvolvimento de habilidades argumentativas. O estudo consistiu na realização de oficinas voltadas para o desenvolvimento da argumentação científica com a finalidade de analisar registros pré-existentes dos professores sobre suas práticas de sala de aula; apoiar os professores na elaboração de aulas com base na argumentação; verificar as práticas dos professores e promover discussões para que pudessem refletir sobre suas

ações futuras. Os autores perceberam que, assim como os alunos, os professores podem ter diferentes concepções sobre argumentação. Ademais, os professores apresentaram dificuldades em usar estratégias de ensino para apoiar os alunos nessa prática.

c. Análise das percepções dos professores sobre argumentação

Hewson e Ogunniyi (2011) e Sampson e Blanchard (2012) também investigaram as percepções de professores a respeito da argumentação científica e de como percebem sua inserção em sala de aula. Hewson e Ogunniyi (2011) investigaram questões levantadas por professores no que se refere a esforços para introduzir argumentação em suas salas de aula usando a argumentação. Após cumprirem etapas de preparação nessa prática, os autores também buscaram verificar se os professores adquiriram uma compreensão adequada sobre estratégias de argumentação e se conseguiram implementá-las, especialmente se tiveram oportunidade para tal e suas percepções sobre os desafios dessa abordagem.

Os autores observaram que os professores percebem necessidade em diferenciar suas abordagens para que possam atingir um ensino voltado à argumentação, assim como listaram as principais necessidades e obstáculos encontrados, como adequação do tempo, conhecimento sobre estratégias de ensino, apoio dos envolvidos e currículo adequado.

Conforme descrito anteriormente, Sampson e Blanchard (2012) desenvolveram um estudo que tinha como objetivos investigar os caminhos percorridos por professores na construção de argumentos para explicar determinados fenômenos naturais e investigar suas impressões sobre a inserção da argumentação científica no ensino de ciências. Os resultados referentes ao segundo objetivo apontaram que, na percepção dos professores entrevistados, é muito difícil fazer com que os alunos participem em atividades que desenvolvam argumentação e que o tempo necessário para implementar a argumentação em sala de aula não é suficiente para a realização de tais ações.

A partir das constatações apresentadas nesses trabalhos é possível perceber resistências e dificuldades por parte dos professores em promover intervenções em sala de aula que possam instaurar um discurso argumentativo. Tais dificuldades são de diferentes ordens e envolvem, desde a preparação do professor para promover

essa prática, até as características de seus alunos. Por esse motivo, tornam-se relevantes as iniciativas em formar os professores em argumentação, para que possam tomar conhecimento dos aspectos que envolvem a promoção dessa prática. Igualmente importante é conhecer as percepções dos professores sobre a argumentação, desde as prévias, até as adquiridas após a tentativa de realizar ações que busquem a construção de argumentos.

Assim, vale salientar que na presente tese também procuramos nos apoiar nas percepções dos licenciandos sobre a implementação de ações favorecedoras da argumentação, por ocasião da aplicação de projetos didáticos, para tomarmos conhecimento a respeito do conhecimento adquirido em argumentação e de como fizeram uso desse conhecimento.

d. Revisão bibliográfica sobre argumentação

Nesta categoria enquadra-se o trabalho de Islas, Sgro e Pesa (2009), que se destina tanto à formação inicial de professores de ciências, como continuada. Dessa forma, o presente trabalho já foi discutido no tópico anterior, voltado à formação inicial de professores, cujas considerações também atendem às finalidades deste tópico.

1.1.3 Ponderações sobre argumentação e suas implicações na formação de professores de ciências

Com base nos artigos lidos, verificamos que os trabalhos que têm o desenvolvimento de habilidades argumentativas como objeto de estudo não se concentram apenas na investigação da qualidade dos argumentos produzidos por professores iniciantes ou em serviço, mas também se concentram na análise da prática resultante da formação em argumentação, procedimentos e práticas adotadas pelos formadores em argumentação e reflexões teóricas acerca do contexto de sua introdução, utilização e adaptação em ambientes de ensino.

Tendo em vista o estabelecimento da argumentação em sala de aula, os estudos assinalados têm sido desenvolvidos para analisar a qualidade dos argumentos de professores (tanto em formação inicial, como continuada), a fim de identificar como conseguem se aproximar do discurso argumentativo. Vários autores entendem que esse aspecto pode potencializar a criação de um ambiente

encorajador em que licenciandos e professores adquiram segurança e envolvimento com práticas científicas e argumentem nas aulas de ciências (ZEMBAL-SAUL et al., 2002; OZDEM et al., 2011). As pesquisas apontam também ser essencial que os professores se apropriem de elementos discursivos da fala do formador em argumentação. Por meio da identificação desses mecanismos de apropriação do discurso do formador será possível identificar que estratégias podem ser adotadas para implementar cursos de formação de professores de ciências que privilegiem o discurso argumentativo na sala de aula (VIEIRA; NASCIMENTO, 2007; NASCIMENTO; PLATIN; VIEIRA, 2008).

Alguns autores entendem que a utilização dessas estratégias deve preceder fases que enfatizam a análise da qualidade dos argumentos. Assim, promover a preparação dos professores para práticas argumentativas por meio da utilização dessas estratégias é o intuito principal que deve ser adotado em cursos de formação de professores (SARACALOGLU; AKTAMIS; DELIOGLU, 2011; ROBERTSSHAW; CAMPBELL, 2013). Segundo os autores, nessa perspectiva será possível proporcionar a melhoria dos argumentos, pois, uma vez associadas às estratégias do curso de formação, será possível orientar os participantes durante todo o processo.

Compreendemos que iniciativas na formação de professores, como as relatadas anteriormente, representam caminhos para que intervenções baseadas em práticas argumentativas possam melhorar a aquisição de conceitos relacionados aos conteúdos de ciências e influenciar positivamente na estrutura e complexidade dos argumentos elaborados pelos licenciandos (LAWSON, 2002; KAYA, 2013; CETIN, 2014). Dessa forma, é necessário o comprometimento das instituições formadoras em promover nos futuros professores as competências necessárias para a reflexão sobre as finalidades do ensino de ciências e as estratégias necessárias para sua implementação em ambientes de ensino.

Tais aspectos engendram implicações significativas quanto à capacitação de professores visando o fomento da argumentação na sala de aula. Dessa forma, alguns trabalhos buscaram como objetivo primordial analisar as estratégias de ensino postas em prática pelos professores após o processo de formação em argumentação (MCDONALD, 2010; ÇOBAN, 2013; OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; OGUNNIYI, 2007a; OGUNNIYI, 2007b; SIMON; JOHNSON, 2008; MARTIN; HAND, 2009; DAWSON; VENNVILLE,

2010; OSBORNE et al., 2013; MCNEILL; KNIGHT, 2013). Esse aspecto é visto por esses autores como um caminho para identificar ações favorecedoras da argumentação, ou seja, como contribuirão para a prática dos professores e para melhorar a qualidade dos argumentos dos alunos. A dimensão problemática dessa questão é muito relevante, pois somente a partir da descrição dos aspectos da prática do professor poderemos buscar contribuições para processos argumentativos em salas de aula de ciências.

Em alguns estudos foi possível constatar que tais elementos são defendidos por vários autores e que são essenciais no processo de formação de professores de ciências (ISLAS; SGRO; PESA, 2009; ARCHILA, 2012) e que, em algumas pesquisas, as percepções dos professores são levadas em consideração como forma de investigar a implementação de tais processos (HEWSON; OGUNNIYI, 2011; SAMPSON; BLANCHARD, 2012). Como principais sinalizações, essas pesquisas defendem a necessidade de os professores serem preparados para fomentar a argumentação e assumem que opiniões positivas sobre a realização de ações favorecedoras da argumentação em sala de aula servem como indicativos para sua utilização na formação de professores de ciências.

Nesse sentido, as constatações e encaminhamentos observados a partir da leitura dos trabalhos considerados nesta revisão foram de grande valia para o desenho das intervenções realizadas na presente tese, uma vez que pretendemos elucidar, ou pelo menos apontar indícios, para alguns dos questionamentos voltados à inserção da argumentação na formação inicial de professores de ciências e, portanto, contribuir para que investigações dessa natureza progridam.

2 OBJETIVOS

No presente trabalho investigamos aspectos relacionados à elaboração e implementação de atividades promotoras da argumentação na formação inicial de professores de química. Para tanto, realizamos intervenções em uma disciplina de Estágio Supervisionado em Química tendo em vista o alcance dos seguintes objetivos:

- Elaborar e aplicar oficinas de formação sobre a temática da argumentação, tendo em vista a avaliação de seu potencial em auxiliar licenciandos na preparação e execução de atividades capazes de desencadear tal prática em aulas ministradas no ensino básico de química;
- Analisar as características de argumentos produzidos pelos licenciandos na busca de explicações para a ocorrência de um fenômeno natural. Ou seja, identificar como os licenciandos, a partir da observação de um fenômeno natural, avaliam explicações alternativas para o mesmo e como fazem uso de argumentos com o intuito de respaldar justificativas para o observado;
- Identificar se e de que maneira os licenciandos valorizam a argumentação científica como forma de promover melhorias no ensino-aprendizagem de ciências.

Na medida em que as etapas do trabalho foram sendo cumpridas, buscamos respostas às seguintes questões de pesquisa:

- Como os licenciandos avaliam a validade ou aceitação de explicações alternativas para fenômenos naturais?
- Quais são as características dos argumentos que os licenciandos produzem com objetivo de respaldar uma explicação escolhida para a ocorrência de um fenômeno natural?
- Em que medida os licenciandos valorizam a argumentação científica como uma alternativa de melhorar o ensino e a aprendizagem de ciências?
- Em qual extensão as oficinas pedagógicas potencializaram a prática dos licenciandos na realização de aulas que fomentam a argumentação?

A resposta à questão de pesquisa referente à potencialidade das oficinas no fomento à promoção de aulas argumentativas por parte dos licenciandos foi buscada no trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006), no qual são dispostas ações e declarações/afirmações/solicitações dos professores para o desencadeamento de processos argumentativos.

Buscamos subsídios no trabalho de Sampson e Blanchard (2012), tanto para especular sobre o valor atribuído, por parte dos licenciandos, à argumentação no processo de ensino-aprendizagem, quanto para analisar as demais ações desenvolvidas nas oficinas de formação. Ações estas concernentes à verificação de como eles avaliam explicações alternativas para fenômenos naturais e argumentos de quais naturezas produzem com o objetivo de respaldar uma explicação escolhida para a ocorrência de um fenômeno natural.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa em questão é do tipo qualitativa, uma vez que trabalhamos com a análise da fala, da escrita e ações dos licenciados, durante as aulas de Estágio Supervisionado em Química realizadas no primeiro e no segundo semestre de 2011 em duas turmas do curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Federal do Piauí, aqui denominadas de turma A e B, respectivamente. Nessa perspectiva, os dados coletados aparecem sob a forma de transcrições de entrevistas, anotações de campo, vídeos e vários tipos de documentos. A abordagem qualitativa valoriza o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada (GODY, 1995).

A intervenção na turma A, ocorrida sob nossa supervisão como docente da disciplina, diz respeito a um estudo piloto, realizado nos meses de março a junho de 2011, na disciplina de Estágio Supervisionado II em Química (ANEXO A). Trata-se de uma disciplina semestral de 90 horas, conta com seis créditos, sendo um teórico e cinco práticos. Os créditos teóricos correspondem às atividades realizadas na universidade e os créditos práticos correspondem ao estágio observacional realizado nas instituições de ensino básico (ANEXO B). A disciplina consiste em três etapas. Em uma primeira etapa são discutidas questões referentes à prática da ação docente e da pesquisa na docência, posteriormente são oferecidas orientações acerca do diagnóstico escolar. Na segunda etapa os licenciandos fazem o diagnóstico de escolas por eles visitadas, com base em registro de informações e percepções a respeito do local, como espaço físico, recursos didático-pedagógicos disponíveis etc. Na terceira etapa os alunos desenvolvem os projetos de intervenção escolar, com construção de materiais didáticos, organização de atividades experimentais, entre outros. O estudo piloto mostrou-se um instrumento valioso, pois permitiu o refinamento das decisões metodológicas concernentes ao projeto de pesquisa. De fato,

a importância de conduzir um estudo piloto está na possibilidade de testar, avaliar, revisar e aprimorar os instrumentos e procedimentos de pesquisa. Administra-se um estudo piloto com o objetivo de descobrir pontos fracos e problemas em potencial, para que sejam resolvidos antes da

implementação da pesquisa propriamente dita (BAILER; TOMITCH; D'ELY, 2011, p. 130).

A intervenção na turma B corresponde à aplicação do projeto de pesquisa propriamente dito, realizado nos meses de julho de 2011 a abril de 2012, na disciplina de Estágio Supervisionado I em Química (ANEXO A). Nessa intervenção as aulas foram acompanhadas por nós e regidas por um docente da Universidade Federal do Piauí. Trata-se de uma disciplina semestral de 75 horas, conta com cinco créditos teórico-práticos, destinados exclusivamente às atividades realizadas na universidade (ANEXO C). Na disciplina são discutidas questões relacionadas ao processo de formação e à trajetória da profissionalização docente e suas instâncias constitutivas. Também é foco da disciplina a realização de oficinas pedagógicas, a construção de materiais didáticos e discussão de noções de planejamento da ação docente e utilização das novas tecnologias em educação.

Cabe salientar que no período de aplicação do projeto de pesquisa cadastramos, junto à Universidade Federal do Piauí, um projeto de extensão para a realização de intervenções nas escolas por parte dos alunos matriculados na referida disciplina. Esta ação se fez necessária uma vez que, conforme mencionado anteriormente, a disciplina em questão não apresenta carga horária prática destinada às atividades em instituições de ensino básico, o que impediria a realização das intervenções nas escolas por parte dos licenciandos. Esse procedimento acrescentou vinte horas à carga horária convencional da disciplina, ou seja, após a finalização das atividades da disciplina os alunos optaram em participar, ou não, das atividades práticas do projeto de pesquisa. A extensão universitária é parte integrante do regimento geral da Universidade Federal do Piauí⁵ e consiste num processo educativo, cultural e científico que articula o ensino e a pesquisa de forma indissociável. Esse mecanismo viabiliza a integração da universidade com setores da comunidade local ou regional, por meio do desenvolvimento de cursos, estágios e serviços realizados no cumprimento de programas e projetos, que

⁵ Adaptação à LDBE (lei nº9.394, de 20/12/96), através de Resolução nº 45/99 – CONSUN de 16/12/99. Disponível em: http://www.ufpi.br/arquivos/File/estatutos_e_regimentos/regimento_geral_ufpi.pdf. Acesso em: 02 set. 2015.

proporcionam um momento de prática profissional e de atendimento a demandas. As intervenções realizadas nas duas turmas serão descritas a seguir.

3.1 Ações desenvolvidas na turma A: o estudo piloto

No semestre de aplicação do estudo piloto, a disciplina Estágio Supervisionado II em Química contava com 17 licenciandos matriculados. A aplicação se deu com a execução de cinco etapas: caracterização dos sujeitos da pesquisa; identificação da qualidade dos argumentos dos sujeitos; oficinas de formação em argumentação; orientações sobre planejamento didático e regência; reflexões sobre a argumentação no ensino de ciências.

Antes da realização de qualquer ação do estudo piloto, os licenciandos foram informados sobre o teor da pesquisa e preencheram termos de consentimento e informação (APÊNDICE C). Como a disciplina não exige do licenciando a execução de regências, somente a observação escolar e apoio aos docentes do ensino básico, foi informado que ao final da disciplina os mesmos deveriam negociar com esses docentes a realização das intervenções didáticas planejadas por eles durante a disciplina. Nenhum aluno se opôs a realizar tal procedimento, porém em alguns casos as escolas ou os professores não cederam espaços/períodos de tempo para tanto.

Na primeira etapa os licenciandos responderam a um questionário de caracterização, aplicado com o intuito de obtermos informações sobre sua formação estudantil, concepções a respeito do trabalho docente e uso da argumentação no ensino de ciências (APÊNDICE D).

Na segunda etapa, com o intuito de fomentar a argumentação dos alunos sobre questões sociocientíficas, foi realizada uma atividade na qual foram apresentadas notícias atuais veiculadas pelos meios de comunicação, que permitissem a elaboração de opiniões referentes aos assuntos nelas abordados. Cabe salientar que, qualquer que fosse a opinião escolhida, os alunos eram convidados a justificá-la. Ao explicar o porquê da opinião escolhida, se esperava que apresentassem argumentos a seu favor. Com base nessa atividade foi identificada a qualidade dos argumentos produzidos pelos estudantes. Para tanto, o Modelo de Toulmin (2001) foi utilizado. No Quadro 1 constam as questões apresentadas aos alunos.

Quadro 1 – Atividades apresentadas aos alunos sobre questões sociocientíficas.

SITUAÇÃO A:

Você já deve ter visto na TV, ouvido no rádio ou lido na *internet*, alguma notícia sobre Aquecimento Global. Desde a criação, a Terra sempre esteve em constantes mudanças de temperatura, em ciclos de milhares de anos de aquecimento e glaciação causados por fenômenos naturais. A partir da Revolução Industrial, o planeta passou a enfrentar uma nova realidade: a mudança de temperatura causada pelo homem devido à poluição. Para você, em relação ao aquecimento global:

OPINIÃO 1: () O aquecimento global é real e causado pela atividade humana (queima de combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás, queima das florestas tropicais etc.). Por isso, os governos devem tomar medidas urgentes para salvar o mundo da catástrofe.

OPINIÃO 2: () O aquecimento global é real, mas não se tem certeza sobre as causas. Pode se tratar de atividade solar e parte de um ciclo de aquecimento e esfriamento das temperaturas na Terra. Nesse caso, não há nada que os governos possam fazer a respeito.

OPINIÃO 3: () Milhares de anos podem passar até que a Terra es quente ou esfrie apenas um grau. E isso, de fato, acontece de forma natural.

OPINIÃO 4: () O clima da Terra se modifica por causa da atividade vulcânica, das diferenças na vida vegetal que cobre a maior parte do planeta e das mudanças naturais na química da atmosfera.

OPINIÃO 5: () O principal fator externo natural apontado pelos críticos é a variabilidade da radiação solar. O sol tem parcela maior de responsabilidade no aquecimento global.

OPINIÃO 6: () Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção assinalada foi a 6, expresse seu ponto de vista.

SITUAÇÃO B:

A energia nuclear, também chamada atômica, é obtida a partir da fissão do núcleo do átomo de urânio enriquecido, liberando uma grande quantidade de energia. A energia nuclear mantém unida as partículas do núcleo de um átomo. A divisão desse núcleo em duas partes provoca a liberação de grande quantidade de energia. Os primeiros resultados da divisão do átomo de metais pesados, como o urânio e o plutônio, foram obtidos em 1938. A princípio, a energia liberada pela fissão nuclear foi utilizada para objetivos militares. Posteriormente, as pesquisas avançaram e foram desenvolvidas com o intuito de produzir energia elétrica. Para você, em relação à energia nuclear:

OPINIÃO 1: () Reprovo a possibilidade de utilização em virtude da possibilidade de acontecerem acidentes nas usinas.

OPINIÃO 2: () A energia nuclear apresenta vários aspectos positivos, sendo de fundamental importância em países que não possuem recursos naturais para a obtenção de energia.

OPINIÃO 3: () Estudos mais aprofundados devem ser realizados sobre essa fonte energética, ainda existem vários pontos a serem aperfeiçoados, de forma que possam garantir segurança para a população.

OPINIÃO 4: () As usinas nucleares possibilitam maior independência energética para os países importadores de petróleo e gás, dessa forma elas não contribuem para o efeito estufa.

OPINIÃO 5: () Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3 ou 4, justifique. Se a opção assinalada foi a 5, expresse seu ponto de vista.

Com o objetivo de possibilitar a reflexão dos licenciandos acerca de estratégias de ensino-aprendizagem promotoras de habilidades argumentativas, foram realizadas, em seis momentos distintos, oficinas de formação em argumentação.

Na primeira oficina realizamos uma exposição sobre o tema “Argumentação no ensino de ciências”, na qual procuramos esclarecer os objetivos e a importância da temática para o processo de ensino-aprendizagem de ciências (APÊNDICE E). As abordagens realizadas foram pautadas no trabalho de Costa (2008) intitulado “Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objetivo

pedagógico fundamental”, no qual se enfatiza que o ensino e a aprendizagem da ciência não é unicamente um processo de construção individual, uma vez que o conhecimento científico não é algo que o estudante possa descobrir por ele próprio. Segundo o autor, a aprendizagem da ciência implica em processos individuais (interligação das matérias programáticas e significação com suas vidas reais e sociais) e sociais (introdução ao discurso de conceitos, símbolos e às convenções da comunidade científica).

Após a referida exposição, solicitamos aos licenciandos que elaborassem um texto apresentando as relações entre propostas presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1997) e Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) e a promoção da argumentação no ensino de ciências/química (Quadro 2). Cabe salientar que essa atividade seguiu os pressupostos de Costa (2008), que propõe a necessidade da elaboração de “textos argumentativos” escritos e orais. Segundo o autor, a única forma dos estudantes aprenderem a produzir argumentação científica fundamentada consiste em fazer com que utilizem determinadas capacidades cognitivas linguísticas como descrever, definir, explicar, justificar, argumentar e demonstrar. Dessa forma, o objetivo da atividade foi proporcionar um processo dialógico de externalização do pensamento de uma forma natural e gradual sobre o que foi apresentado.

Quadro 2 – Atividade de elaboração de “texto argumentativo” relacionando os PCN e PCNEM e a promoção da argumentação do ensino de ciências/química.

<p>TEMA: “ARGUMENTAÇÃO E OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E QUÍMICA”</p> <p>Elabore um texto no qual sejam contempladas as relações que existem, em sua opinião, entre os Parâmetros Curriculares Nacionais e o uso da argumentação no ensino de ciências/química.</p> <p>TEXTOS DE APOIO:</p> <p>1 – REVISTA NOVA ESCOLA. PCN Fáceis de entender de 5ª a 8ª série. 1ª Ed. São Paulo: Abril, 2004. Edição especial. Disponível em: http://www.fisica.uepg.br/licenciatura/files/Download/cie_naturais5_8.pdf. Acessado em: 23 jun. 2011.</p> <p>2 – MEYER, B. Introdução e esclarecimento da argumentação. In: _____. A arte de argumentar. São Paulo: WMF Martins Fontes. 2008. pg. IX -XII.</p>

A segunda oficina foi iniciada com explicações sobre a estrutura do argumento (APÊNDICE F), segundo o Modelo de Toulmin (2001). Na ocasião, foram discutidos elementos fundamentais para o desenvolvimento da argumentação (TOULMIN, 2001; COSTA, 2008; JIMENÉZ-ALEIXANDRE et al., 2009), dentre os

quais estão: dados; justificativas; qualificadores modais; refutação; conclusão; *backing* (conhecimento básico). Com o objetivo de favorecer a consolidação dessas discussões lançamos mão dos textos produzidos pelos licenciandos na etapa de promoção da argumentação sobre questões sociocientíficas, apresentando-os na estrutura do Modelo de Toulmin (2001). Em seguida, solicitamos a resolução de duas questões, conforme ilustrado no Quadro 3.

Quadro 3 – Questões apresentadas aos licenciandos na segunda oficina sobre argumentação.

EXERCÍCIO 1: A transformação química de substâncias

Escolha uma conclusão que lhe pareça mais adequada e que esteja de acordo com os dados apresentados na experiência abaixo:

“Em três copinhos descartáveis foi colocada a mesma quantidade de água. Em seguida, foram adicionadas, a cada um dos copos, gotas de hidróxido de sódio 2M, conforme a sequência: Copo 1, 10 gotas; Copo 2, 20 gotas; Copo 3, 40 gotas. Após agitação das soluções preparadas, foi adicionado em cada copinho, ao mesmo tempo, um pedaço de papel alumínio. A conclusão faz referência à reação apresentada abaixo:

- A. Todas as reações ocorrem da mesma forma e não sofrem nenhuma interferência da adição do hidróxido de sódio.
- B. A reação ocorrerá mais rápido na seguinte sequência: copo 1, copo 2 e copo 3.
- C. Quanto maior a quantidade de hidróxido de sódio, mais rápida será a reação.
- D. A reação ocorrerá mais rápido na seguinte sequência: copo 3, copo 2 e copo 1.

EXERCÍCIO 2: A dissolução de substâncias

Mariana e Lucas estão medindo o tempo de dissolução de comprimidos efervescentes quando colocados em contato com água em temperaturas variadas. As três temperaturas são: água gelada, 5°C; água à temperatura ambiente, 25°C; água quente, 50°C. Ao colocar um comprimido efervescente, simultaneamente, em cada um dos copos de água, verificaram que aquele adicionado na água gelada (5°C) demorou mais tempo para dissolver.

Construa uma explicação que lhe pareça adequada para a experiência apresentada. Você pode utilizar uma ou mais opções (ou outras que lhe pareçam convenientes) para auxiliar na sua explicação:

- A. Deve haver algum erro na realização da experiência, pois o comprimido em contato com a água gelada deveria dissolver mais rápido.
- B. A temperatura da água influencia na velocidade de dissolução do comprimido, que aumenta a agitação das moléculas.
- C. A velocidade de dissolução é maior quando a temperatura é maior.
- D. A dissolução na água gelada, mais lenta, se deve à não reatividade das moléculas de água gelada com as moléculas do comprimido.

Essa atividade foi elaborada com o propósito de colocar os licenciandos em um papel mais ativo durante as oficinas e favorecer o uso e identificação de evidências químicas por parte dos mesmos. Segundo Jiménez-Aleixadre et al. (2009), é indispensável que o aluno conheça a estrutura de uma explicação baseada em dados. Para tanto, é muito importante que o aluno distinga, por exemplo, o que são dados e o que são justificativas.

Cabe salientar que a oficina em questão se propôs a integrar conteúdos que requerem a articulação de conceitos químicos e uso das evidências desses conceitos. Dessa forma, procurando atender a essa premissa, nos dois exercícios foram disponibilizadas distintas opções (Quadro 3) com o objetivo de facilitar a iniciação dos licenciandos quanto ao uso de dados para a construção de uma justificativa. No Exercício 1, solicitamos que os alunos escolhessem uma conclusão que lhes parecesse mais adequada e que estivesse de acordo com os dados apresentados na reação química. No Exercício 2, solicitamos que os alunos construíssem uma explicação que lhes parecesse mais adequada para a experiência apresentada. Nesse caso, os alunos podiam escolher mais de uma opção para auxiliar na fundamentação da sua explicação.

Na terceira oficina foi realizada uma aula expositiva dialogada baseada nos trabalhos de Ribeiro (2009), Costa (2008) e Moraes e Leal (2006) para a promoção da argumentação em salas de ciências, intituladas, respectivamente, “Argumentação e ensino: construção e apropriação na sala de aula”, “Argumentação: ponto de partida” e “Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objetivo pedagógico fundamental”.

Essa oficina baseou-se na execução do roteiro do Apêndice G, no qual foram feitas colocações e questionamentos sobre três temáticas. Na primeira temática, “Argumentação e ensino: construção e apropriação na sala de aula”, discutimos o início do desenvolvimento de habilidades argumentativas e sua presença na vida cotidiana, principalmente no que se refere à sua importância para o aprimoramento do pensamento crítico. Na oportunidade foram realizados dois questionamentos sobre a importância de ensinar a argumentar na escola e sobre que oportunidades a escola concede para o desenvolvimento de tais habilidades. Na segunda temática, “Ensino/aprendizagem da argumentação”, apresentamos as condições necessárias para um ambiente argumentativo e o papel do professor no fomento às habilidades argumentativas. Por fim, na terceira temática, “Análise e avaliação de textos argumentativos”, discutimos maneiras de ensinar os licenciandos a produzir argumentação científica fundamentada e quais capacidades cognitivas estão envolvidas nesse processo.

A execução dessa oficina teve dois objetivos: a complementação das discussões e atividades realizadas na primeira oficina, referente à argumentação e às orientações curriculares, e a identificação das percepções dos alunos por meio

das narrativas escritas e orais (arquivo de áudio) sobre o papel da argumentação no ensino de ciências. Destacamos que a realização dessa atividade também seguiu os preceitos da atividade da primeira oficina, na qual foram seguidos os pressupostos de Costa (2008), que propõe a necessidade da elaboração de “textos argumentativos” escritos e orais por parte dos alunos.

A quarta oficina consistiu na utilização de dois textos de divulgação científica (TDC), presentes na revista *Ciência Hoje*. O primeiro texto trata da temática “O estado líquido cristalino”, no qual é levantada a discussão sobre o quarto estado da matéria (PASQUALI, 2009). O segundo texto trata dos “Atratores luminosos: poluição na costa brasileira”, no qual são abordadas questões relacionadas à produção de “energia fria “ (BACHARA et al., 2009). Os textos serviram para suscitar reflexões sobre alguns enunciados e os dados que os sustentam, assim como as justificativas que relacionam esses enunciados a determinados dados.

Segundo Ferreira e Queiroz (2013), os TDC das mais diversas ordens (artigos de revista, livros etc.) têm sido apontados por pesquisadores em educação em ciências como um bom artifício no auxílio ao ensino formal, principalmente quando se deseja estender o ensino de conteúdos à preparação dos estudantes para a cidadania. Segundo as autoras os TDC, a partir de seus recursos visuais e reformulações, podem favorecer a aprendizagem de conteúdos conceituais de química, a qual apresenta uma linguagem altamente simbólica e requer dos estudantes abstração e articulações entre os seus níveis de representação.

Para a realização dessa oficina agrupamos os licenciandos aleatoriamente em três grupos com quatro componentes (Grupos 1, 2 e 3) e em um grupo com cinco componentes (Grupo 4). Adotamos essa estrutura em todas as oficinas nas quais foram realizados trabalhos em grupo. Durante a oficina os alunos leram o texto atribuído ao seu grupo e preencheram a Tabela 2 e 3. Posteriormente, preencheram a segunda coluna da tabela (dados). Uma vez apresentados os dados, justificaram na terceira coluna (justificativas), porque os dados sustentavam as ideias apresentadas na primeira coluna.

Tabela 2 – Oficina com TDC “O estado líquido cristalino”.

IDEIAS	DADOS	JUSTIFICATIVAS
1) Os cristais líquidos pertencem a um estado da matéria chamado líquido-cristalino.		
2) Diferente dos gases e líquidos, os sólidos não fluem quando são submetidos à ação de uma força.		
3) Certas substâncias formam cristais líquidos quando se dispersam na água.		
4) As moléculas de sabão ou detergente associadas formam cristais líquidos.		

Tabela 3 – Oficina com TDC “Atratores luminosos: poluição na costa brasileira”.

IDEIAS	DADOS	JUSTIFICATIVAS
1) A quimioluminescência é a base da formação de lanternas químicas ou bastões de luz.		
2) A quimioluminescência é definida como emissão de luz fria.		
3) O contato com substâncias dos atratores químicos pode gerar câncer.		
4) As substâncias dos atratores químicos aliviam dores.		

Para que a atividade proporcionasse um ambiente de maior interação entre os alunos, os grupos foram organizados de forma que, posteriormente, confrontassem suas ideias com a de outros grupos. Assim, os grupos 1 e 4 fizeram uso do TDC “O estado líquido cristalino” e os grupos 2 e 3 do TDC “Atratores luminosos: poluição na costa brasileira”. Após as discussões, os membros dos grupos expuseram as considerações apresentadas na Tabela 2 e 3 para os colegas que possuíam o mesmo texto, viabilizando um canal de discussão entre os alunos.

Segundo Jiménez-Aleixandre et al. (2009) é importante a implementação de tais ações, pois nem sempre é fácil diferenciar justificativas de dados, e às vezes ambas estão integradas em um só pensamento. Segundo o autor, para o aluno pode ser possível relacionar dados e conclusões, conforme realizado na oficina 1, porém muitas justificativas requerem um conhecimento mais aprofundado dos conceitos trabalhados, e nesse caso os TDC mostram-se como uma forma viável para tal propósito.

Uma atividade experimental abrangendo temas de cinética química e capacidade calorífica da água foi utilizada como fonte de dados para a quinta oficina. Essa atividade foi estruturada tendo como eixo norteador para a identificação dos dados e elaboração da justificativa um roteiro que trazia questionamentos para

auxiliar na compreensão do observado e culminava na escolha, entre duas opções, da justificativa mais satisfatória. Para a elaboração da oficina seguimos as orientações de Jiménez-Aleixandre et al. (2009), que afirmam que durante um trabalho científico, para explicar um determinado fenômeno, existe mais de uma possibilidade. Nesses casos os estudantes são levados a decidir qual explicação é a melhor, em função do conhecimento e dos dados disponíveis. Os autores também consideram importante elaborar atividades nas quais os alunos tenham que eleger entre várias teorias que competem e explicar um determinado fenômeno. Em alguns casos o aluno é levado, durante a seleção dessas explicações próprias da ciência escolar, a abandonar outras explicações alternativas ou espontâneas.

Dessa forma, a oficina proporcionou aos alunos, durante sua execução, a obtenção de dados distintos dependendo das ações realizadas por eles no experimento, ou durante sua repetição.

Quadro 4 – Roteiro do experimento realizado na quinta oficina sobre argumentação.

PARTE I: Encha um balão de ar e outro com água e dê um nó na abertura de ambos os balões. Acenda a vela e coloque debaixo do balão cheio de ar (Balão 1). Observe o ocorrido. Em seguida, repita o procedimento para o balão cheio de água (Balão 2). Observe o ocorrido.

Observe atentamente tudo que acontece no experimento.

O balão 1 (cheio de ar) estoura rapidamente. Por que o balão 1 estoura?

O balão 2 (cheio de água) não estoura. Por que o balão 2 não estoura?

Conforme aconteceu na oficina anterior, os licenciandos trabalharam em grupos e posteriormente expuseram suas conclusões para os demais colegas, confrontando-se as ideias defendidas por cada um deles. Assim, na primeira fase da atividade, solicitamos que os grupos realizassem os procedimentos descritos e comprovassem se eles ocorriam conforme afirmado nos itens (Quadro 4) e posteriormente requisitamos que escolhessem a melhor (Quadro 5).

Quadro 5 – Questões apresentadas aos licenciandos na quinta oficina sobre argumentação

<p>EXPLICAÇÃO A: Ao contrário do que ocorreu no balão 1, no balão 2 os átomos e moléculas possuem uma energia cinética média menor. Durante o aquecimento dos balões, a energia adicionada é usada para superar as forças que prendem uma molécula a outra, ou seja, no caso do balão 2 a energia necessária para que as moléculas de água, se distanciem e rompam o balão será bem maior, e por isso o balão demorará mais para romper.</p> <p>EXPLICAÇÃO B: A água no interior do balão 2 absorve a maior parte do calor fornecido pela chama, não deixando que a temperatura da borracha aumente muito, ou seja, água é uma boa “armazenadora” de calor porque tem uma elevada capacidade calorífica.</p> <p>Analizando com mais detalhes os fatos ocorridos, você será capaz de decidir qual das explicações é a melhor para o fato de o balão 2 não estourar. Anote os fenômenos observados e apresente justificativas para eles. Se for o caso, repita o experimento.</p> <p>Observação 1: Foi observado que durante o processo de aquecimento dos balões ocorreu um aumento da temperatura dos mesmos. () Sim () Não Você acredita que esta observação é corretamente explicada por A? Indique as razões: _____ Você acredita que esta observação é corretamente explicada por B? Indique as razões: _____</p> <p>Observação 2: Foi observado que após alguns segundos o balão 1 estoura, enquanto o balão 2 permanece intacto. () Sim () Não Você acredita que esta observação é corretamente explicada por A? Indique as razões: _____ Você acredita que esta observação é corretamente explicada por B? Indique as razões: _____</p> <p>Observação 3: Foi perceptível o odor de látex queimado durante o aquecimento dos balões. () Sim () Não Você acredita que esta observação é corretamente explicada por A? Indique as razões: _____ Você acredita que esta observação é corretamente explicada por B? Indique as razões: _____</p> <p>QUAL DAS EXPLICAÇÕES, A OU B, VOCÊ ACREDITA QUE É A MELHOR? JUSTIFIQUE.</p>

Na sexta oficina foi utilizado um caso investigativo obtido do banco de dados de casos investigativos do Grupo de Pesquisa de Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC)⁶, que trata da busca de soluções para evitar a contaminação de bebês pela substância Bisfenol A, presente em mamadeiras. A atividade de resolução do caso investigativo foi realizada com o intuito de fomentar a busca de dados para resolver um problema. Segundo Sá (2010), o estudo de caso é

⁶ Disponível em <http://gpeqsc.com.br/casos/casos.php?op=viewCaso&pagina=1&casoid=35>. Acesso em 02 set. 2015.

um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variável. De acordo com os autores, o método consiste na utilização de narrativas (casos) sobre dilemas vivenciados por pessoas que precisam tomar decisões importantes a respeito de determinadas questões. A familiarização com o contexto do caso e com seus personagens impulsiona os estudantes na busca de escolhas para solucioná-lo e a posterior tomada de decisão.

Assim, utilizamos o método de estudo de casos tendo em vista a criação de um espaço no qual os licenciandos pudessem trabalhar com dados, presentes na problemática ou acrescentados por eles durante o planejamento de sua resolução, e a argumentação pudesse ser caracterizada em uma perspectiva que contemplasse a aprendizagem por meio da indagação. Como afirmam Jiménez-Aleixandre et al. (2009), em muitas ocasiões, as atividades realizadas em sala de aula não possuem esse caráter. Ou seja, os estudantes não decidem quais questões devem ser investigadas, nem planejam as investigações, seguindo apenas instruções fornecidas pelo professor. Acreditamos que pela própria natureza do método de estudo de casos, esse contempla a criação do referido espaço.

Nessa oficina os licenciandos trabalharam em grupos e ao final da aula expuseram suas conclusões, ocorrendo o confronto das ideias defendidas. Após a discussão realizamos uma exposição das possíveis soluções para o caso investigativo por meio de *slides*. O material que utilizamos nessa exposição foi adaptado a partir daquele disponível do banco de dados de casos investigativos do GPEQSC.

Finalizadas todas as oficinas de formação em argumentação, iniciamos a quarta etapa, que compreendeu orientações sobre planejamento didático e regência em três momentos. No primeiro momento, os licenciandos receberam orientações sobre os procedimentos do estágio de observação em escolas de ensino fundamental e médio. No segundo momento, receberam orientações para elaboração dos seus projetos de intervenção e para realização de diagnóstico da escola. Os projetos de intervenção foram entregues por escrito antes da realização do terceiro momento, que consistiu na sua aplicação. Embora todos os alunos tenham demonstrado interesse em realizar as intervenções, apenas catorze levaram-nas a cabo a partir do estabelecimento de parceria com os professores das

escolas de ensino fundamental e médio. Os demais não tiveram sucesso nessa empreitada.

A última etapa de aplicação do estudo piloto também consistiu de três momentos: a elaboração do relatório de estágio pelos licenciandos; a realização de entrevistas semiestruturadas com licenciandos; a reaplicação da atividade sobre questões sociocientíficas. Os licenciandos redigiram relatórios a respeito de seus estágios e participaram de entrevistas semiestruturadas, nas quais foram discutidos diversos aspectos concernentes à pesquisa (APÊNDICE H). Os relatórios de estágio e as entrevistas semiestruturadas tinham como objetivo identificar as impressões dos licenciandos quanto ao uso e importância da argumentação no ensino de ciências. Com o intuito de verificar a evolução na qualidade dos argumentos dos licenciandos, nessa etapa foi também reaplicada a atividade de promoção da argumentação sobre questões sociocientíficas (Quadro 1). Todas as etapas descritas anteriormente encontram-se ilustradas na Figura 1.

Figura 1 – Descrição das ações realizadas durante a aplicação da proposta na turma A (Estudo piloto).

3.2 Ações desenvolvidas na turma B: adaptações ao estudo piloto

No semestre de aplicação do projeto de pesquisa a disciplina Estágio Supervisionado I em Química contava com 19 alunos matriculados. Assim como no estudo piloto, a aplicação também se deu em cinco etapas, porém estas foram concebidas de acordo com as observações decorrentes da experiência adquirida no referido estudo.

Os licenciandos, inicialmente, foram informados sobre a realização da pesquisa e preencheram termos de consentimento e informação (APÊNDICE I). Como a disciplina não exige do licenciando a execução de regências, informamos que ao final da disciplina os mesmos participariam de um projeto de extensão universitária, cadastrado junto à UFPI, para aplicação das intervenções didáticas elaboradas. Apenas 13 alunos participaram de todas as etapas de preparação, elaboração, reelaboração e aplicação das intervenções nas escolas de ensino básico.

O locus de aplicação da proposta foi alterado, com relação ao estudo piloto, sendo a disciplina de Estágio Supervisionado II em Química substituída pela de Estágio Supervisionado I, pois identificamos, durante as aulas realizadas na turma A, falta de embasamento teórico sobre formação docente por parte dos licenciandos, especialmente sobre planejamento didático e aspectos metodológicos do ensino de química. Cabe salientar que tais deficiências também foram por eles relatadas no questionário de caracterização e nas entrevistas realizadas na referida turma.

Conforme mencionado anteriormente, a turma A era formada por licenciandos que deveriam observar o cotidiano de escolas do ensino básico. Nesse caso, a carga horária da disciplina estava destinada – além das aulas na universidade – ao estágio observacional nas escolas. O fato de haver espaços distintos para o cumprimento das atividades inerentes à disciplina, e consequente diminuição da carga horária no espaço da universidade (1/3 da carga horária total da disciplina), não foi possível aprofundamento de discussões acerca dos aspectos supracitados.

Portanto, a realização da pesquisa na disciplina de Estágio Supervisionado I em Química, a qual é desenvolvida integralmente nos espaços da universidade, possibilitou a execução de ações no sentido de suprir as lacunas existentes na

formação dos alunos, observadas no estudo piloto. Nessa perspectiva, os assuntos abordados na turma B incluíram estratégias de ensino, planejamento didático e elaboração de projetos de intervenção.

Na primeira etapa, as adaptações realizadas para a aplicação da proposta na turma B consistiram na alteração do questionário de caracterização dos sujeitos da pesquisa (APÊNDICE J). Uma vez que alguns autores afirmam que o hábito de leitura é fator determinante na elaboração de um discurso argumentativo (BESSA, 2010; ROSSO et al., 2011; SASSERON, CARVALHO, 2011), consideramos que a inserção de questões dessa natureza permitiram o estabelecimento de relações entre as habilidades argumentativas dos alunos e seus hábitos de leitura.

A segunda etapa, relacionada à identificação da qualidade dos argumentos dos sujeitos a partir da aplicação de atividade sobre questões sociocientíficas, não sofreu alterações com relação ao estudo piloto.

Na terceira etapa, foi modificado o número de oficinas, tendo o seu oferecimento passado de seis para sete. A primeira oficina, sobre o tema argumentação e orientações curriculares, assim como as oficinas sobre argumentação e TDC, argumentação e atividades experimentais e argumentação e estudo de casos, foram realizadas de forma idêntica ao estudo piloto.

Assim, incluímos duas oficinas e excluímos uma. A primeira oficina incluída tratava de questões referentes ao planejamento da ação docente e de estratégias de ensino, e a segunda sobre argumentação e reações químicas. O oferecimento da primeira surgiu da necessidade de suprir deficiências relatadas anteriormente e as seguintes atividades foram realizadas: na abordagem sobre planejamento da ação docente, os licenciandos elaboraram um plano de aula, com a orientação de que deveriam atentar para as recomendações curriculares e as ideias desenvolvidas sobre argumentação nas aulas de ciências e na abordagem sobre estratégias de ensino os licenciandos elencaram, por escrito, estratégias que consideravam potencialmente capazes de favorecer o desenvolvimento de habilidades argumentativas em ambientes de ensino, com a respectiva justificativa. A segunda oficina se originou do desdobramento realizado na quarta oficina, do estudo piloto que versava sobre a estrutura do argumento. Na turma B, a atividade na qual os licenciandos trabalharam a argumentação por meio de reações químicas (Quadro 3) foi realizada em momento subsequente, com espaço maior reservado para a discussão dos resultados, sendo considerada no projeto de pesquisa, portanto, uma

oficina distinta. A oficina “Percepção do uso da argumentação no ensino de ciências” foi retirada, uma vez que as discussões levantadas durante sua realização no projeto piloto não forneceram resultados contundentes sobre as concepções dos licenciandos a respeito da temática em pauta, especialmente por terem sido coletados ainda no início do processo de aplicação da proposta, não sendo, pois, sua permanência considerada necessária no projeto definitivo.

A oficina relacionada à estrutura do argumento foi aperfeiçoada em relação àquela aplicada no estudo piloto. Com a finalidade de reforçar a compreensão dos licenciandos acerca das características dos componentes do argumento, inserimos atividades de aplicação do Modelo de Toulmin (2001). Para tanto, inicialmente, fizemos uso das informações presentes no artigo “Argumentos sobre o tema ‘corrosão’ por estudantes de um curso superior de química” (VELLOSO et al., 2009). Essas informações diziam respeito aos argumentos elaborados pelos sujeitos de pesquisa analisados com base no Modelo de Toulmin. Dessa forma, os resultados presentes no artigo serviram de exemplo da utilização do Modelo de Toulmin (2001) para a identificação e análise dos componentes do argumento. Ao final da oficina os licenciandos analisaram os textos escritos sobre questões sociocientíficas produzidos pelos colegas na segunda etapa, procurando identificar os principais componentes do argumento neles presentes.

A oficina do projeto piloto referente às percepções do uso da argumentação no ensino de ciências foi excluída uma vez que a coleta de dados referente a elas passou a ser realizada ao longo das oficinas sobre argumentação e orientações curriculares, estrutura do argumento segundo o Modelo de Toulmin (2001) e planejamento da ação docente e estratégias de ensino.

Destacamos que a quarta etapa do projeto piloto, orientações sobre planejamento didático e regência, foi a que sofreu alterações mais significativas, em decorrência, principalmente, da mudança da disciplina em que os dados foram coletados. Conforme mencionado anteriormente, o estudo piloto foi realizado na disciplina Estágio Supervisionado II em Química e o projeto de pesquisa na disciplina Estágio Supervisionado I em Química. Durante o acompanhamento das regências dos licenciandos da turma A observamos que nesta turma, embora as propostas tivessem potencial em promover a argumentação em aulas de ciências e/ou química, poucos licenciandos conseguiram estabelecer um ambiente argumentativo nas salas de aula nas quais foram aplicados os projetos. Tais

conclusões foram constatadas durante o acompanhamento dos licenciandos na aplicação dos projetos didáticos (arquivos de áudio e vídeo) e nas declarações presentes nas entrevistas, quando os alunos avaliaram suas oficinas no sentido de promoção da argumentação (arquivos de áudio). Portanto, no projeto de pesquisa, essa etapa foi cumprida em oito momentos: discussão sobre a elaboração de oficinas e apresentação dos objetivos e características de uma oficina; apresentação aos licenciandos de definições sobre projeto, características e finalidades; discussão sobre elaboração de projetos de intervenção, na qual foram apresentados aos licenciandos definições sobre projeto, características e finalidades; orientações individuais aos licenciandos sobre a elaboração dos projetos de intervenção; apresentação oral dos projetos de intervenção pelos licenciandos em sala de aula; seleção dos projetos de intervenção dos licenciandos, por meio de ficha avaliativa para apresentação nas escolas (APÊNDICE K); reelaboração, por parte dos grupos e com o auxílio do docente, dos projetos de intervenção selecionados; orientações para preparação dos materiais necessários à aplicação dos projetos nas escolas (APÊNDICE L); aplicação dos projetos de intervenção nas escolas.

Cabe salientar que as orientações individuais e a apresentação oral dos projetos de intervenção tinham como objetivo propiciar um espaço, que não existiu no estudo piloto, para que os licenciandos discutissem os aspectos que haviam sido trabalhados na preparação pedagógica voltada à argumentação, ou seja, debatessem se as propostas alcançariam sucesso em aulas de ciências. A seleção e a reelaboração dos projetos de intervenção foram importantes para que os licenciandos selecionassem, em conjunto, as propostas de maior potencial em favorecer práticas argumentativas em ambientes de ensino de química e reavaliassem as estratégias inicialmente propostas. Segundo alguns autores, tais canais de discussão são decisivos na formação de professores, pois viabilizam a promoção da argumentação e a reavaliação de propostas de intervenção (COSTA, 2008; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; AGRASO, 2006). A redução do número de projetos de intervenção para a aplicação nas escolas resultou na apresentação por mais de um aluno e foi importante do ponto de vista logístico, uma vez que nem sempre os professores da escola básica estão dispostos a ceder suas aulas para intervenções dessa natureza. Os projetos selecionados foram: “Energia nuclear: solução ou problema?”; “Plásticos: aprenda como usar!”; “Tu fumas, eu não fumo: nós fumamos”; “Transformação”;

A última etapa de aplicação do projeto de pesquisa se constituiu apenas na realização da entrevista semiestruturada (APÊNDICE H). Em relação ao estudo piloto, foram excluídas dessa etapa a elaboração do relatório de estágio pelos licenciandos e a identificação da qualidade dos argumentos dos sujeitos sobre questões sociocientíficas. Com relação ao relatório de estágio, a sua elaboração não foi solicitada, uma vez que este não é item obrigatório da disciplina. Quanto à reaplicação da atividade referente as questões sociocientíficas, esta não ocorreu pois constatamos, a partir dos resultados do projeto piloto, que a melhoria na qualidade da argumentação dos alunos, em tão curto espaço de tempo, seria improvável. Todas as etapas descritas anteriormente encontram-se ilustradas na Figura 2.

Figura 2 – Descrição das ações realizadas durante a aplicação da proposta na turma B (Pesquisa).

A Tabela 4 sintetiza os dados coletados durante a aplicação da proposta na turma B. Na apresentação dos resultados desta tese, centramo-nos na análise dos dados provenientes da realização da oficina de formação referente à argumentação e atividades experimentais, do trabalho de preparação para intervenções no ensino básico (apresentação oral dos projetos de regência e projetos de regência escritos) e das considerações feitas pelos licenciandos durante as entrevistas semiestruturadas.

Tabela 4 - Dados coletados durante as ações realizadas na formação inicial de professores de química.

DADOS COLETADOS	
Registros em áudio e vídeo	Discussões sobre a oficina de argumentação e textos de divulgação científica
	Discussões sobre a oficina de argumentação e atividades experimentais
	Discussões sobre a oficina de argumentação e estudo de caso
	Apresentações orais dos projetos de intervenção pelos licenciandos
	Reelaboração dos projetos de intervenção selecionados por parte dos grupos
	Apresentações dos projetos de intervenção na escola
Registros em áudio	Atividades referentes às oficinas de formação
	Orientações individuais para elaboração dos projetos de intervenção
	Seleção dos projetos de intervenção dos licenciandos
	Entrevistas semiestruturadas realizadas com os licenciandos
Registros escritos	Questionários de caracterização dos licenciandos
	Atividade sobre questões sociocientíficas
	Atividades realizadas durante as oficinas de formação
	Projetos de intervenção escritos pelos licenciandos
	Fichas de seleção dos projetos de intervenção

A partir da exposição da referida análise, faremos considerações sobre quais são as características dos argumentos que os licenciandos produzem com objetivo de respaldar uma explicação escolhida para a ocorrência de um fenômeno natural, e investigaremos como os licenciandos avaliam a validade ou aceitação de explicações alternativas para fenômenos naturais.

Faremos também ponderações sobre a extensão em que as oficinas pedagógicas potencializaram a prática dos licenciandos na realização de aulas que fomentam a argumentação. Apresentaremos, ainda, os resultados da análise das

intervenções dos quatro grupos na escola de ensino básico, especialmente com relação à valorização da argumentação científica como uma alternativa de melhorar o ensino e a aprendizagem de ciências.

4 REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Na tentativa de fazermos considerações sobre como os licenciandos avaliam explicações alternativas para um determinado fenômeno, bem como a característica dos argumentos por eles produzidos para respaldar justificativas para o observado, utilizamos o Modelo de Argumentação proposto por Sampson e Blanchard (2012). Para buscarmos respostas sobre as contribuições das oficinas de formação em argumentação, fizemos uso do Quadro Analítico proposto por Simon, Erduran e Osborne (2006). Tendo em vista o exposto, nos tópicos que seguem descrevemos sucintamente cada um dos trabalhos mencionados.

4.1 Modelo de Argumentação de Sampson e Blanchard (2012)

Sampson e Blanchard (2012), no trabalho intitulado *Science Teachers and Scientific Argumentation: Trends in Views and Practice*, fizeram uso de uma entrevista para investigar como professores de ciências avaliam explicações alternativas, geram argumentos para apoiar uma explicação e percebem a importância de promover a argumentação em sala de aula.

Os autores definem argumentação científica como uma prática de construção de conhecimento e validação, na qual indivíduos tentam estabelecer ou validar uma conclusão, explicação, conjectura ou outra afirmação, com base em fundamentos. Na Figura 3 encontra-se o Modelo utilizado por Sampson e Blanchard (2012) para descrever os componentes de um argumento científico.

Figura 3 - Um argumento científico e alguns critérios que podem ser usados para avaliar a sua qualidade, segundo Sampson e Blanchard (2012).

No Modelo proposto por Sampson e Blanchard (2012), podemos notar que a afirmação é apoiada por evidências e as evidências são então justificadas por uma fundamentação. Como é possível perceber, o componente evidência do argumento inclui medições, observações ou resultados de outros estudos que foram coletados, analisados e interpretados por pesquisadores. No componente fundamentação são apresentados enunciados, por parte dos indivíduos, que explicam como uma evidência apoia a afirmação e porque é significativa como suporte à afirmação.

Sampson e Blanchard (2012) destacam critérios para avaliar a qualidade de um argumento. São eles:

- Empíricos: levam em consideração se as afirmações se relacionam com as evidências disponíveis, se estas são relevantes, se a quantidade de evidências é suficiente e se o método para a coleta de dados foi apropriado;

- Teóricos: levam em consideração se a afirmação é suficiente, se possui poder preditivo ou útil, e se a afirmação é consistente com leis e teorias aceitas;
- Analíticos: levam em consideração se o método utilizado para a análise dos dados foi apropriado, se a interpretação é plausível e se a fundamentação é adequada.

Os autores salientam que a natureza dos componentes que constituem um argumento científico e o que resulta na sua qualidade dependem da disciplina e até da área de pesquisa.

Assim, o Modelo de Argumento Científico proposto por Sampson e Blanchard (2012), ilustrado na Figura 3, foi utilizado para identificar as estratégias adotadas e as características dos argumentos produzidos pelos licenciandos com o objetivo de respaldar uma explicação escolhida para a ocorrência de um fenômeno natural.

4.2 Quadro Analítico de Simon, Erduran e Osborne (2006)

Simon, Erduran e Osborne (2006), em seu trabalho intitulado *Learning to Teach Argumentation: Research and Development in the Science Classroom*, realizaram investigações sobre o ensino da argumentação em aulas de ciências. Os dados oriundos deste trabalho foram coletados durante o período de um ano, com um grupo de professores de Londres, que participaram de uma série de oficinas que objetivaram desenvolver materiais e estratégias de apoio ao ensino da argumentação em contextos científicos.

A pesquisa procurou, entre outros objetivos, identificar formas a partir das quais os professores se apropriam de um discurso argumentativo em sala de aula e, com base nessa avaliação, determinar se as oficinas contribuíram para a inserção da argumentação na prática pedagógica do professor (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006).

Assim, os autores analisaram gravações em vídeo e transcrições das aulas dos professores envolvidos, com foco na identificação das suas contribuições orais no fomento à argumentação em sala de aula. Portanto, cada enunciado do professor que proporcionasse o envolvimento dos alunos em um processo argumentativo era destacado e codificado. O refinamento e classificação dos códigos observados em categorias culminaram na elaboração de um quadro analítico no qual estão listados

os mecanismos utilizados pelos professores para facilitar a argumentação em sala de aula (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006).

No Quadro 6 apresentamos o Quadro Analítico proposto pelos autores, no qual estão dispostas as categorias e as declarações/afirmações/solicitações dos professores para o desencadeamento de processos argumentativos. A primeira coluna representa as categorias de ações que fomentam processos argumentativos em ambientes de ensino e listados na segunda coluna as declarações/afirmações/solicitações realizadas pelo professor para o desencadeamento dos referidos processos (categorias pró-argumentação).

Quadro 6 – Categorias de ações, adaptadas do trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006), que fomentam processos argumentativos em ambientes de ensino e declarações/afirmações/solicitações realizadas pelo professor para desencadeamento dos referidos processos (categorias de ações pró-argumentação).

CATEGORIAS DE SIMON, ERDURAN E OSBORNE (2006)	DECLARAÇÕES/AFIRMAÇÕES/SOLICITAÇÕES DOS PROFESSORES PARA DESENCADEAMENTO DOS PROCESSOS ARGUMENTATIVOS
Falar e ouvir	Incentiva a discussão entre os alunos
	Incentiva os alunos a escutarem as opiniões dos colegas
Conhecer o significado do argumento	Define argumento
	Apresenta exemplos de argumentos
	Faz questionamentos sobre a dinâmica envolvida no processo de argumentação
Posicionar-se na construção dos argumentos	Encoraja a apresentação das ideias dos alunos
	Incentiva os alunos a se posicionarem na apresentação das suas ideias
	Valoriza diferentes pontos de vista dos alunos (usualmente na aplicação de estratégias mais elaboradas)
Justificar com evidências	Avalia ou confere se as justificativas são subsidiadas por evidências
	Fornece evidências que subsidiem as ideias dos alunos
	Solicita justificativas para as conclusões dos alunos
	Enfatiza a importância de apresentação de justificativas
	Estimula a apresentação de novas justificativas em adição às apresentadas inicialmente
Construir argumentos	Elabora estratégias de ensino-aprendizagem (ex: debates, role-play, resolução de problemas sociocientíficos etc) que permitam a solicitação aos alunos da construção de argumentos na forma escrita e oral
Avaliar argumentos	Incentiva a avaliação dos argumentos pelos alunos
	Incentiva a reflexão sobre o que é necessário para a construção de um bom argumento, considerando as evidências que o sustentam
Contra-argumentar/ Debater	Incentiva a contra-argumentação frente a argumentos apresentados pelos colegas
	Incentiva a contra-argumentação durante a realização de debates e interpretações de papel (<i>role-play</i>)
Refletir sobre o processo de argumentação	Estimula a reflexão sobre os processos adotados pelos alunos para a construção do argumento
	Questiona os alunos sobre as mudanças nas suas opiniões, decorrentes dos processos adotados para a construção do argumento

Assim, o Quadro 6 relaciona oito categorias para a ocorrência da argumentação em ambientes de ensino de ciências:

- Falar e ouvir: encorajamento dado pelo professor de forma a permitir que os alunos escutem uns aos outros e questionem as afirmações dos colegas;
- Conhecer o significado do argumento: tentativas feitas pelos professores em ajudar os alunos a tomarem conhecimento sobre os componentes de um argumento. Esse processo envolve definir o que é um argumento e/ou apresentar exemplos de argumentos bem elaborados, tendo em vista a compreensão sobre o seu significado;
- Posicionar-se na construção dos argumentos: encorajamento dado pelo professor de reconhecimento de diferentes pontos de vista como sendo primordial para que a argumentação prossiga;
- Justificar com evidências: tentativas realizadas pelo professor em favorecer a apresentação de justificativas pelos alunos, de preferência pautadas em evidências, para as suas conclusões;
- Construir argumentos: encorajamento dado aos alunos para a elaboração de argumentos nas mais variadas formas (escrita, oral, após uma discussão em grupos etc);
- Avaliar os argumentos: encorajamento dado aos alunos para que façam julgamentos sobre os argumentos que construíram;
- Contra-argumentar/debater: encorajamento dado aos alunos à contestação de ideias dos colegas;
- Refletir sobre o processo da argumentação: valorização por parte do professor da reflexão dos alunos sobre seus próprios argumentos;

Simon, Erduran e Osborne (2006) enfatizam que, na identificação das categorias, não há pretensão em quantificar, mas identificar os objetivos resultantes ou não na prática pedagógica do professor.

Desse modo, fizemos uso do referido instrumento para analisar as contribuições orais dos licenciandos durante as regências no ensino básico visando à ocorrência de argumentação e buscar respostas para a questão de pesquisa que investiga em qual extensão as oficinas de formação em argumentação potencializaram a prática dos licenciandos na realização de aulas que fomentam a argumentação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados neste capítulo compreendem aqueles coletados com o intuito de responder às seguintes questões de pesquisa:

- Como os licenciandos avaliam a validade ou a aceitação de explicações alternativas para fenômenos naturais?
- Quais são as características dos argumentos que os licenciandos produzem com o objetivo de respaldar uma explicação escolhida para a ocorrência de um fenômeno natural?
- Em que medida os licenciandos valorizam a argumentação científica como uma alternativa de melhorar o ensino e a aprendizagem de ciências?
- Em qual extensão as oficinas pedagógicas potencializaram a prática dos licenciandos na realização de aulas que fomentam a argumentação?

Para tanto, analisamos as produções orais e escritas coletadas na realização das oficinas de formação em argumentação, na preparação e realização das regências dos licenciandos no ensino básico de química e nas entrevistas semiestruturadas com eles realizadas.

Lançamos mão dos dados obtidos na realização de uma das oficinas de formação em argumentação (Oficina 6 – Argumentação e atividades experimentais) para analisar as características dos argumentos produzidos pelos licenciandos na busca de explicações para a ocorrência de um fenômeno natural. Nessa perspectiva, fizemos ponderações sobre como os licenciandos avaliam explicações alternativas para um determinado fenômeno, bem como a característica dos argumentos por eles produzidos para explicá-los. Para isso utilizamos o Modelo de Argumentação proposto por Sampson e Blanchard (2012), descrito sucintamente no capítulo *Referenciais Teórico-Metodológicos* desta tese.

Para avaliarmos em que medida os licenciandos valorizam a argumentação científica como uma alternativa para melhorar o ensino e a aprendizagem de ciências, nos pautamos na análise dos projetos de regência por eles elaborados, das fichas para seleção dos projetos de regência para aplicação nas escolas de ensino básico com a finalidade de promover a argumentação em salas de ciência/química e

nas entrevistas semiestruturadas realizadas ao final de todo o processo de formação dos licenciandos.

Por fim, a partir do trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006), buscamos elementos que nos permitissem a tessitura de considerações a respeito das contribuições das oficinas no âmbito da formação inicial dos participantes. Para tanto, analisamos as regências por eles realizadas no ensino básico com a finalidade de verificar a forma como se apropriam do discurso argumentativo nas situações de ensino analisadas e a influência do processo de formação em argumentação como promotora de posturas dessa natureza.

Os dados discutidos nos dois primeiros tópicos, são provenientes da oficina de formação em argumentação, na qual uma atividade experimental abrangendo temas de cinética química e capacidade calorífica da água foram utilizados. A proximidade da vela dos balões, a natureza das substâncias envolvidas e a fonte de calor deveriam ser levados em consideração pelos licenciandos para a elaboração de uma explicação aceitável sobre o ocorrido e para uma avaliação adequada das explicações alternativas fornecidas. Para a exposição dos resultados obtidos, cada um dos tópicos, *5.1. Como os licenciandos avaliam a validade ou a aceitação de explicações alternativas para um fenômeno natural* e *5.2. Características dos argumentos que os licenciandos produzem para explicar um determinado fenômeno*, foi dividido em três subtópicos, correspondente a cada um dos grupos que realizou a oficina de formação (grupos A, B e C). No tópico 5.1 serão apresentadas as estratégias adotadas pelos grupos para a explicação do fenômeno observado, a partir da discussão durante a realização da atividade experimental. No tópico 5.2, serão discutidas as principais características dos argumentos elaborados pelos licenciandos em cada uma das etapas que compõem a atividade. Para a realização dessa oficina foram tomados como sujeitos da pesquisa 11 licenciandos, presentes na ocasião.

Os dados discutidos nos dois últimos tópicos, são provenientes principalmente, da elaboração, seleção e execução das regências ministradas pelos licenciandos em turmas de ensino básico da rede pública e das entrevistas semiestruturadas realizadas com eles. A elaboração, a seleção das regências e as entrevistas semiestruturadas são discutidas no tópico *5.3. Como os licenciandos valorizam a argumentação científica como uma alternativa de melhorar o ensino e a aprendizagem de ciências*, e a execução da regência é discutida no tópico *5.4.*

Contribuições das oficinas pedagógicas para o fomento à argumentação na formação inicial de professores de química. No tópico 5.3 serão apresentados os critérios adotados pelos licenciandos para elaborar e selecionarem regências que buscassem valorizar a argumentação no processo de ensino-aprendizagem de ciências. No tópico 5.4 serão discutidos as principais ações dos licenciandos durante as regências com o intuito de promover a argumentação em sala de aula.

5.1 Como os licenciandos avaliam a validade ou a aceitação de explicações alternativas para um fenômeno natural

Na oficina ficou evidente que um balão cheio de ar e outro com água são objetos extremamente frágeis. Tal fato conduz o licenciando a crer que o balão arrebenta se o colocarmos junto a uma chama. A chama, ao enfraquecer a borracha, faz com que esta não suporte a pressão exercida pelo ar contido no balão. Porém, o fato não é verificado na execução experimental que envolve o segundo balão, que contém água no seu interior. O segundo balão não arrebenta com a proximidade da vela do balão.

Uma explicação plausível para que o balão cheio de água não estoure está no fato de a água no interior do segundo balão absorver a maior parte do calor fornecido pela chama, não deixando que a temperatura da borracha aumente suficientemente. Assim, a fina camada de borracha transfere o calor da chama progressivamente para a água de dentro da bexiga, que o absorve, aquecendo a água lentamente e evitando, assim, que o látex amoleça e a bexiga estoure. A oficina, portanto, leva os licenciandos a encontrarem uma explicação para o fenômeno observado. Ou seja, para a construção do argumento final seria desejável que os licenciandos concluíssem que a água é uma boa "armazenadora" de calor porque tem uma elevada capacidade calorífica (ATKINS; JONES, 2001).

5.1.1 Grupo A

Parte I – Realização do procedimento experimental com os balões 1 (cheio de ar) e 2 (cheio de água)

Após executarem o experimento e observarem o ocorrido, os licenciandos elaboraram uma explicação para o fato de o balão com ar estourar logo após a aproximação da chama da vela, enquanto que para o balão cheio com água o mesmo não acontece. Assim, os licenciandos deveriam apresentar duas explicações, uma referente à razão do balão 1 (cheio de ar) estourar rapidamente e outra à razão do balão 2 (cheio de água) não estourar. A Figura 4 ilustra o esquema dos caminhos que poderiam ser trilhados pelos licenciandos para elaborar as explicações iniciais para os fenômenos observados no balão 1 e 2.

Figura 4 – Esquema que ilustra os caminhos que poderiam ser trilhados pelos licenciandos para elaborar as explicações iniciais para os fenômenos observados nos balões 1 e 2.

O grupo A, conforme ilustrado a seguir, conseguiu elaborar uma explicação com base nas evidências geradas a partir da realização do experimento com os dois balões. A explicação do fenômeno ocorrido no balão 1, explicação 1, foi baseada em

princípios da cinética química, apresentando evidências plausíveis que sustentam a hipótese do grupo:

EXPLICAÇÃO 1: *No balão cheio de ar há presença de CO₂, quando o balão entra em contato com a chama da vela ocorre uma vibração nas moléculas do gás fazendo com que o balão estoure rapidamente, com a saída do CO₂ a vela se apaga.*

Com relação à explicação 1 podemos considerá-la cientificamente correta, uma vez que nela estão contidos dados que são condizentes com a literatura científica:

- Como não foi informado que o ar do balão era proveniente da expiração, os licenciandos consideraram que no interior do balão 1 estava contido o ar proveniente da expiração, afirmando que *“no balão cheio de ar há presença de CO₂”*. Conforme disponível na literatura científica, este é constituído de 15,7% de oxigênio, 3,6% de dióxido de carbono, 74,5% de nitrogênio e 6,2% de vapor de água (SHIMABUKURO, 2010), dados que corroboram a afirmação dos licenciandos;
- Outro ponto que torna a explicação dos licenciandos correta cientificamente, está no fato de admitirem que *“quando o balão entra em contato com a chama da vela ocorre uma vibração nas moléculas do gás”*. Como na literatura científica define-se a temperatura como o grau de agitação das moléculas ou átomos de um corpo, logo as moléculas dos gases que constituem o ar – presentes no interior do balão 1 – são dotadas de um movimento de vibração por conta do aquecimento térmico. Assim as moléculas que constituem o ar, no interior balão 1, se agitam mais e aumentam a amplitude de movimento, que provoca a expansão do ar e como consequência o rompimento do balão por conta do aumento da pressão interna (ATKINS; JONES, 2001);
- Outro ponto que os licenciandos afirmam na sua explicação está relacionado ao fato do ar que está contido no interior do balão 1 sofrer deslocamento após seu rompimento *“com a saída do CO₂ a vela se apaga”*. Quando o balão 1 arrebenta ocorre a liberação do ar que apaga a vela. Tal afirmação está relacionada com conceitos da termodinâmica (compressão e expansão de gases).

Consideramos a explicação 1, para as condições que foram observadas, parcialmente aceitável pois, apesar de ser cientificamente correta, não foi observado durante a realização do experimento o aumento de volume do balão 1, fato esse que invalida a explicação dos licenciandos. Para considerar a ocorrência da dilatação térmica do ar, que se dá com o aumento da temperatura, dentro do balão, os alunos deveriam ter observado tal evidência, porém o balão estoura antes que ocorra qualquer alteração do tamanho. A explicação seria válida em uma situação na qual a chama não estivesse em contato direto com o balão, ocorrendo a dilatação térmica do ar e fazendo o balão estufar e estourar. Na situação vivenciada os licenciandos foram orientados a aproximar a vela do balão. Durante a realização desse procedimento observamos que os três grupos optaram por aproximar o balão da vela até que esse entrasse em contato direto com a chama, ocasionando o repentino estouro do balão, ou seja, nenhum dos grupos optou em aproximar o balão a uma distância na qual somente o calor da chama fosse transferido para o balão.

Para explicar o fenômeno ocorrido no balão 2, explicação 2, os licenciandos também se basearam em princípios da cinética química, apresentando evidências plausíveis que sustentam a hipótese do grupo:

EXPLICAÇÃO 2: *No balão com água as moléculas estão mais juntas, quando entra em contato com a chama da vela demora a ocorrer as vibrações das moléculas fazendo com que demore a estourar o balão.*

Com relação à explicação 2, também, podemos considerá-la cientificamente correta, uma vez que os conceitos nela presentes a validam. Ao admitirem que com a aproximação da vela do balão ocorre o aquecimento das moléculas de água presentes no seu interior, os licenciandos acreditam que essas são dotadas de um movimento de vibração que, com o aquecimento se distanciam, ocorrendo a mudança da fase líquida para a gasosa. Como consequência dessa mudança de fase e aquecimento da fase gasosa, ocorrerá a expansão do gás até o balão estourar (ATKINS; JONES, 2001).

Para a explicação 2, também podemos considerar que embora cientificamente correta, é parcialmente aceitável pois, os licenciandos novamente fizeram uso de evidências não observadas durante a realização do experimento, ao afirmarem que “*em contato com a chama da vela demora a ocorrer as vibrações das moléculas fazendo com que demore a estourar o balão*”. Ao considerarem isso os alunos deduzem que em virtude das moléculas estarem juntas, ocorre retardamento

das vibrações das moléculas, fazendo o balão demorar a se expandir e estourar. Para admitir que o balão 2 estoura os licenciandos deveriam considerar a mudança de estado da água, de líquida para gasosa, momento no qual o balão aumentaria de volume e romperia por conta da pressão interna. Assim, os licenciandos desconsideram o processo de conversão da água líquida para a gasosa.

Foi possível perceber na explicação 1 que os licenciandos mencionam a presença de CO_2 no balão, ou seja, lançam mão de evidências não fornecidas para explicar o fenômeno observado. Procedendo dessa forma, os licenciandos apresentam indícios de conhecimentos já adquiridos anteriormente, como por exemplo, quando afirmam que há dióxido de carbono (CO_2) no interior do balão – informação não fornecida –, por terem conhecimento de que na expiração esse gás é liberado.

Na explicação 2 os licenciandos não procedem da mesma maneira, uma vez que levaram em consideração a composição do material que estava no interior do balão e explicaram o fato dele não estourar em virtude da cinética das moléculas da substância que estava no seu interior (água), fazendo uso do aquecimento térmico das moléculas de água para construir sua explicação.

As explicações apresentadas pelos licenciandos não se alinham com a forma de execução do experimento (coleta de dados), pois ao aproximar a vela do látex esse atinge seu ponto de fulgor instantaneamente. Ou seja, os alunos desconsideram evidências durante a realização do experimento, como por exemplo a expansão do balão que não ocorreu. Em suma, os licenciandos ao construírem sua explicação, não conseguem elaborar um argumento científico de qualidade, conforme proposto por Sampson e Blanchard (2012), uma vez que os critérios que adotaram não podem ser considerados consistentes. Para que as evidências atendessem as concepções teóricas de que “as moléculas estão mais juntas” ou que “em contato com a chama da vela demora a ocorrer as vibrações das moléculas”, que complementariam a explicação do grupo, os licenciandos poderiam mencionar leis sobre as propriedades térmicas dos gases (leis dos gases ideais), especulando que ao deixar o balão em distância suficiente da chama este, ao receber calor da vela, após certo tempo, estouraria por conta da expansão do ar.

Cabe salientar que essa explicação sobre o aquecimento térmico do balão poderia ser complementada com a justificativa de que ao introduzirmos o balão em um ambiente frio (refrigerador) poderíamos observar que o balão encolheria

(compressão do ar). Dessa forma, a explicação seria consistente com a lei dos gases ideais que afirma que a pressão exercida por um gás é proporcional a sua densidade e temperatura absoluta. Assim, um acréscimo na temperatura ou na densidade causa um aumento na pressão, se a outra variável (densidade ou temperatura) permanece constante, por outro lado, se a pressão permanece constante, um decréscimo na temperatura resulta em aumento na densidade e vice-versa (ATKINS; JONES, 2001). A ilustra os caminhos trilhados pelos licenciandos na elaboração das explicações para o que foi observado durante a realização dos experimentos da parte I.

Figura 5 – Esquema que ilustra o caminho trilhado pelo grupo A na elaboração das explicações iniciais para os fenômenos observados nos balões 1 e 2.

Parte II – Escolha de uma explicação alternativa para os fenômenos observados nos balões 1 (cheio de ar) e 2 (cheio de água)

Após a execução da parte I, foram fornecidas duas alternativas de explicação (A e B) para o fenômeno observado durante a realização da atividade experimental. Na sequência, os licenciandos deveriam escolher uma delas levando em consideração as observações disponibilizadas (1, 2 e 3). As observações foram idealizadas para direcionar os licenciandos na avaliação mais criteriosa das evidências obtidas durante a realização da parte I. O Quadro 7 apresenta as duas explicações alternativas e as três observações.

Quadro 7. Explicações alternativas apresentadas aos licenciandos e observações que deveriam ser levadas em consideração na escolha da explicação mais adequada para os fenômenos observados.

EXPLICAÇÕES ALTERNATIVAS	OBSERVAÇÕES
A – Ao contrário do que ocorreu no balão 1, no balão 2 os átomos e moléculas possuem uma energia cinética média menor. Durante o aquecimento dos balões, a energia adicionada é usada para superar as forças que prendem uma molécula a outra, ou seja, no caso do balão 2 a energia necessária para que as moléculas de água se distanciem e rompam o balão será bem maior, e por isso o balão demorará mais para romper.	1 – Foi observado que durante o processo de aquecimento dos balões ocorreu um aumento da temperatura dos mesmos. 2 – Foi observado que após alguns segundos o balão 1 estoura, enquanto o balão 2 permanece intacto.
B – A água no interior do balão 2 absorve a maior parte do calor fornecido pela chama, não deixando que a temperatura da borracha aumente muito, ou seja, água é uma boa “armazenadora” de calor porque tem uma elevada capacidade calorífica.	3 – Foi perceptível o odor de látex queimado durante o aquecimento dos balões.

No início da execução da parte II, foi possível constatar que as considerações preliminares (explicações 1 e 2 da parte I) elaboradas pelos licenciandos apresentaram relação com uma das explicações alternativas fornecidas, a explicação A. A seguir apresentamos os trechos das explicações 1 e 2 dos licenciandos que mais se assemelham a explicação A:

EXPLICAÇÃO 1: (...) ocorre uma vibração nas moléculas do gás fazendo com que o balão estoure rapidamente (...).

EXPLICAÇÃO 2: No balão com água as moléculas estão mais juntas, quando entra em contato com a chama da vela demora a ocorrer as vibrações das moléculas fazendo com que demore a estourar o balão.

Na sequência, quando lhes foi solicitado que avaliassem a observação 1 (*Foi observado que durante o processo de aquecimento dos balões ocorreu um aumento da temperatura dos mesmos*), os licenciandos deveriam inicialmente informar se a observação reforçava alguma das explicações alternativas,

confirmando-a ou negando-a. Caso os alunos confirmassem que a observação foi evidenciada durante a realização dos experimentos com os balões 1 e 2, deveriam indicar as razões que reforçavam o fato da observação 1 apoiar as explicações alternativas (A ou B). A Figura 6 ilustra o esquema dos caminhos que poderiam ser trilhados pelos licenciandos para avaliar se a explicação inicial se relacionava com as explicações alternativas fornecidas e apresentar as razões que reforçavam o fato da observação 1 apoiá-las ou não.

Figura 6 – Esquema dos caminhos que poderiam ser trilhados pelos licenciandos para avaliar se a explicação inicial se relacionava com as explicações alternativas fornecidas.

Cabe salientar que onde lê-se “Observação 1”, Figura 6, campo hachurado, o caminho a ser seguido para as outras duas observações é idêntico, sendo substituído apenas o termo “Observação 1”, pelos termos “Observação 2” e “Observação 3”, para a descrição dos caminhos trilhados pelos licenciandos nas discussões das respectivas observações.

O grupo A, conforme ilustrado a seguir, afirma “*ocorreu um aumento de temperatura pelo ganho de energia das moléculas*”. Esta observação é justificada a

partir do uso da explicação alternativa A. Para tanto, os licenciandos apresentam conceitos relacionados com a cinética das moléculas expondo novos dados referentes às implicações do aumento da temperatura do balão:

EXPLICAÇÃO 3: *Ocorreu um aumento de temperatura pelo ganho de energia das moléculas. Com o $\uparrow P$ ocorrerá $\uparrow$ temperatura $\uparrow$ velocidades das partículas, $\uparrow$ frequência dos choques contra as paredes do recipiente, $\uparrow P$ interna maior que pressão externa, expansão do gás $\uparrow$ volume.*

Com relação à explicação 3 fornecida, podemos considerá-la cientificamente correta, uma vez que em um sistema fechado, como é o caso do balão 1, quanto maior a temperatura (a pressão constante), maior será volume, ou seja, são grandezas diretamente proporcionais (Lei de Charles). Como consequência do aumento da temperatura no interior do balão 1, o ar expande-se à medida que é aquecido (ATKINS; JONES, 2001).

Porém, mais uma vez, ao adotarem a explicação A a explicação dos licenciandos não se relaciona com as evidências, pois durante o processo de aquecimento dos balões realmente não foi constatado o aumento da temperatura no interior do balão 1, pois o mesmo estoura instantaneamente.

Na explicação 3 podemos perceber que os licenciando adotam a postura de expandir as explicações iniciais (1 e 2), reforçando suas explicações com aspectos relacionados à cinética química e acrescentando novos dados que não corroboram as explicações por eles apresentadas, nas condições observadas.

O grupo A, também considerou que a observação 1 era corretamente aplicada à explicação B, para tanto adotaram também essa explicação, trazendo as expressões “capacidade térmica” e “ponto de fulgor” para auxiliar na apresentação das razões para o fenômeno observado:

EXPLICAÇÃO 4: *Sim, absorvendo o calor da chama ocorre o aumento da temperatura, ou seja a capacidade térmica do ar é muito menor que a da água, no qual ultrapassa o ponto de fulgor, do gás, enquanto que a chama não é o suficiente p/ elevar a temperatura até o ponto de fulgor.*

Da mesma forma que observado na explicação 3, podemos considerá-la cientificamente correta, pois estão relacionados com teorias referentes às propriedades térmicas dos materiais envolvidos (ar-latéx e água-latéx). Tais teorias explicam adequadamente o que foi observado para as duas situações observadas (balão 1 e 2), uma vez que fazem relações entre as interfaces ar-latéx e água-latéx.

Dessa forma podemos considerar essa explicação cientificamente aceitável, pois foi possível perceber na explicação 4 que os licenciandos mencionam as relações que existem entre o ponto de fulgor do látex e as capacidades caloríficas do ar e da água. Da mesma forma que ocorreu na explicação 1, os licenciandos apresentam indícios de conhecimentos já adquiridos anteriormente, como por exemplo, que o ar tem menor capacidade calorífica que a água. É digno de nota que nesse momento da oficina os licenciandos antecipam questões relacionadas à terceira observação presente no Quadro 7. Ou seja, antes mesmo de serem questionados sobre se *“foi perceptível o odor de látex queimando durante o aquecimento dos balões”*, os licenciandos mencionam *“que a chama não é o suficiente para elevar a temperatura até o ponto de fulgor”*. Tal informação deve ser considerada para auxiliar na elaboração da explicação para o balão 1 estourar instantaneamente e o balão 2 não estourar, pois a interface ar-látex e ar-água são determinantes para a ocorrência desse fenômeno.

A partir da adoção da explicação B, ficou evidente mais uma vez que as explicações dos alunos não são condizentes com a forma com que foi executado o experimento (coleta de dados), pois ocorreu o aquecimento da água sem ocorrência da queima do látex do balão 2. Ou seja, não foi perceptível o odor de látex queimando, nem seu derretimento durante o aquecimento do balão. Essa situação indica que o balão 1 estoura sem expansão, pelo fato de o látex atingir seu ponto de fulgor, instantaneamente, sem queima e derretimento do balão. Também foi constatado que os licenciandos fizeram uso de leis referentes às relações das capacidades térmicas do ar e da água (1ª lei da termodinâmica) que suportam a explicação por eles apresentadas, pois foi possível verificar, durante o processo de aquecimento do balão 2, o aumento da temperatura da água. Dessa forma os licenciandos consideraram essa evidência para reformular suas explicações iniciais.

Entretanto, ao adotarem as duas explicações alternativas (A e B), há uma contradição, pois ao elegerem que a temperatura não é suficiente para que eleve a temperatura do látex em virtude da água possuir maior capacidade térmica que o ar, impedindo que esse atinja o ponto de fulgor (explicação 4), deveriam rejeitar a hipótese de que há um aumento do volume do gás dentro do balão, uma vez que o látex na situação 1 (balão 1) atingiria o ponto de fulgor rapidamente, pois o ar possui menor capacidade térmica (explicação 3), não absorvendo tão eficientemente o calor como na situação 2 (balão 2). Assim, a explicação 3 é parcialmente aceitável, uma

vez que, ao afirmarem na explicação 4 que “a capacidade térmica do ar é muito menor que a da água”, tal afirmação torna a explicação 3 inconsistente com as condições apresentadas na explicação alternativa A. A Figura 7 ilustra os caminhos trilhados pelos licenciandos na elaboração das explicações para o que foi indicado na observação 1.

Figura 7 – Percurso trilhado pelo grupo A na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 1.

Após a avaliação da observação 1, foi solicitado aos licenciandos que avaliassem a observação 2 (*Foi observado que após alguns segundos o balão 1 estoura, enquanto o balão 2 permanece intacto*), os licenciandos deveriam agir

conforme o procedimento adotado na observação 1 e informar se a observação reforçava alguma das explicações alternativas.

O grupo A, conforme ilustrado a seguir, também, considerou *“que após alguns segundos o balão 1 estoura, enquanto que o balão 2 permanece intacto”*. Para tanto, adotou apenas a explicação B:

EXPLICAÇÃO 5: *Existe uma temperatura na qual a substância se inflama diante da chama. Temperatura denominada ‘ponto de fulgor’ o da borracha (látex) acima de 260 °C, ou seja, com a água que tem uma capacidade térmica cerca de 3200 vezes maior que a do ar, absorve o calor liberado pela chama não deixando que a película do balão se rompa.*

Essa explicação é correta, considerando que a observação 2 é mais convenientemente justificada pela explicação B, relativa à capacidade calorífica das substâncias envolvidas. Assim, a explicação dos licenciandos é correta e aceitável cientificamente, pois apresenta elementos observados durante o processo de aquecimento do balão. É digna de nota a apresentação de dados numéricos comparativos para corroborar as razões apresentadas, confirmando as relações existentes entre a capacidade calorífica do ar e da água, com o ponto de fulgor do látex. Os dados referentes ao ponto de fulgor do látex foram mais uma vez antecipados, uma vez que tais questionamentos estão relacionados com a terceira observação presente no Quadro 7.

Podemos verificar que, na explicação 5, os licenciandos reiteraram as informações apresentadas na explicação 4 e abandonam as informações apresentadas na explicação 3. Cabe salientar que da mesma forma que observado na explicação 4, e conforme descrito no Modelo de Sampson e Blanchard (2012), é necessário para elaboração de argumentos científicos de qualidade que os licenciandos relacionem o que foi observado com teorias ou leis referentes às evidências indicadas. A explicação apresentada pelos licenciandos tem poder preditivo ou é útil, pois teorias referentes as relações entre as capacidades térmicas dos materiais envolvidos são apresentadas e fundamentam o fato de o balão permanecer intacto. Portanto, a explicação dos licenciandos é consistente com a lei que relaciona as propriedades caloríficas da água e do látex (1ª lei da termodinâmica). A Figura 8 ilustra os caminhos trilhados pelos licenciandos na elaboração das explicações para o que foi constatado na observação 2.

Figura 8 – Percurso trilhado pelo grupo A na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 2.

Na observação 3, última da parte II, foi solicitado aos licenciandos que avaliassem se *“havia sido perceptível o odor de látex queimado durante o aquecimento dos balões”*. Para essa observação os licenciandos deveriam proceder conforme o procedimento adotado nas observações 1 e 2 e informar se a mesma reforçava alguma das explicações alternativas.

Conforme mencionado anteriormente, nas discussões das observações 1 e 2, os licenciandos já haviam antecipado informações referentes a essa observação. Para tanto fizeram referência à observação 3 no momento em que afirmam *“que a chama não é suficiente para elevar a temperatura até o ponto de fulgor”* (explicação 4) e no momento que declaram que *“existe uma temperatura na qual a substância se inflama diante da chama. Denominada ‘ponto de fulgor (...)’* (explicação 5). O grupo A, conforme ilustrado a seguir, reitera as informações apresentadas na explicação 4 e 5, referentes ao ponto de fulgor, afirmando que foi perceptível *“o odor de látex*

queimado durante o aquecimento dos balões”. Para tanto, mais uma vez, adotaram apenas a explicação B:

EXPLICAÇÃO 6: *Situação explicada pelo rompimento (substância se inflama diante da chama) no caso 1.*

Podemos considerar essa explicação cientificamente inviável, e consequentemente não aceitável, pois os licenciandos também fizeram uso de evidências não observadas durante a realização do experimento, ao afirmarem que a “*substância se inflama diante da chama*”.

Cabe salientar que a observação 3 foi disponibilizada para que os licenciandos pudessem fortalecer os argumentos construídos até aquele momento. O esperado era que eles não concordassem com a observação 3 e descartassem qualquer hipótese de que o látex sofria combustão (liberação de gases e odores característicos da queima do látex). Se os licenciandos não concordassem com a observação, seria possível direcioná-los para um confronto entre os conceitos de ponto de fulgor e combustão que são totalmente diferentes. Dessa forma a concepção teórica apresentada por eles, referente ao ponto de fulgor, seria comprovada, uma vez que para que uma substância atinja seu ponto de fulgor necessariamente ela não entrará em combustão, fato esse que tornaria a observação 3 evidente com base na afirmação da existência de odores liberados pela combustão do látex.

Porém, ainda que os licenciandos tenham adotado a explicação correta para justificar o fenômeno, a explicação 6 não reforça as situações estudadas, pois, após o rompimento do balão, a chama da vela é afastada (se não apagada pelo deslocamento de ar presente no interior do balão), não havendo, portanto, tempo de contato suficiente para que o material continuasse a inflamar a ponto de tornar perceptível o odor de látex queimado. Logo, a explicação não é aceitável. Acreditamos que o escurecimento do látex por resíduos da queima da vela (parafina) pode ter induzido à interpretação de que o látex sofre queima durante o processo de aquecimento.

Verificamos que os licenciandos reiteraram as informações apresentadas nas explicações 4 e 5 e abandonam as informações apresentadas na explicação 3. Contudo, para esse caso, podemos verificar que eles desconsideraram os conceitos que estão envolvidos na questão relacionada ao ponto de fulgor, que é a menor temperatura na qual um combustível liberta vapor em quantidade suficiente para

formar uma mistura inflamável por uma fonte externa de calor. O ponto de fulgor não é suficiente para que a combustão ocorra (ATKINS; JONES, 2001). A Figura 9 ilustra os caminhos trilhados pelos licenciandos na elaboração das explicações para o que foi constatado na observação 3.

Figura 9 – Percurso trilhado pelo grupo A na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 3.

5.1.2 Grupo B

Parte I – Realização do procedimento experimental com os balões 1 (cheio de ar) e 2 (cheio de água)

O grupo B, conforme apresentado a seguir, também conseguiu elaborar uma explicação com base nas evidências geradas a partir da realização do experimento com os dois balões. A explicação do ocorrido no balão 1, explicação 1, apresentou noções da termodinâmica, apresentando evidências plausíveis que sustentam a hipótese do grupo:

EXPLICAÇÃO 1: *O fenômeno que explica tal experiência se encontra no assunto de termodinâmica. O balão 1 estoura mais rapidamente porque dentro do mesmo se encontra ar e suas moléculas são rapidamente aquecidas.*

Com relação à explicação 1 podemos considerá-la cientificamente correta, uma vez que nela estão contidos dados que são condizentes com a literatura científica:

- Os licenciandos levam em consideração que, de acordo com o princípio da conservação de energia, esta não pode ser criada nem destruída, mas somente transformada de uma espécie, em outra. O primeiro princípio da termodinâmica estabelece uma equivalência entre o trabalho e o calor trocados entre um sistema e seu meio exterior, no que se refere à variação da energia interna do sistema, que no caso era o balão cheio de ar (ATKINS; JONES, 2001);
- Ao mencionarem na explicação que as moléculas de ar “são aquecidas rapidamente”, os licenciandos levam em consideração a capacidade térmica (1ª lei da termodinâmica), que é uma propriedade extensiva, ou seja, proporcional à quantidade e ao tipo de material presente no corpo (KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2009; BRADY; SENESE, 2009).

Embora cientificamente correta, a explicação 1, assim como observado na explicação inicial colocada pelo grupo A, é parcialmente aceitável, pois não foi possível observar durante a realização do experimento o aumento da temperatura no balão 1, fato esse que invalida a explicação dos licenciandos. Para considerar a ocorrência do aumento da temperatura no balão 1, e levando em conta as noções de

termodinâmica, uma vez que os licenciandos afirmam que “*o fenômeno que explica tal experiência se encontra no assunto de termodinâmica*”, deveriam ter observado outras evidências, como por exemplo a alteração do tamanho do balão por conta da expansão térmica do ar que se dá pelo aumento de temperatura dos gases presentes no seu interior. Cabe salientar que essa evidência não foi observada, uma vez que o balão estoura antes que ar presente no interior do balão se aqueça. Conforme explicitado anteriormente, essa razão seria válida em uma situação na qual a chama não estivesse em contato direto com o balão, fazendo-o estourar por conta do aquecimento térmico do ar.

Para explicar o fenômeno ocorrido no balão 2, explicação 2, os licenciandos, diferentemente do grupo A, adotaram conceitos referentes à capacidade calorífica dos materiais, mais especificamente abordaram as relações entre a capacidade térmica do ar e da água para construir a explicação do grupo, apresentando dados que sustentam a hipótese sugerida:

EXPLICAÇÃO 2: *O balão 2 estoura mais devagar porque dentro do mesmo se encontra água e suas moléculas são aquecidas mais devagar, tendo assim um calor específico maior que o ar.*

Com relação à explicação 2 podemos considerá-la cientificamente correta, uma vez que nela estão contidos também dados que são condizentes com a literatura científica:

- Ao admitirem que “*o balão 2 estoura mais devagar porque dentro do mesmo se encontra água*” os licenciandos ponderam que substâncias diferentes possuem diferentes capacidades de armazenamento de energia interna (BRADY; SENESE, 2009);
- Outro ponto que torna a explicação dos licenciandos correta cientificamente, está no fato de admitirem que a “*água e suas moléculas são aquecidas mais devagar, tendo assim um calor específico maior que o ar*”. Como a água tem calor específico maior que o ar, ou seja, por unidade de volume a água é capaz de trocar mais calor com o “algo”. De um modo mais simples, a água pode absorver ou perder mais calor que o ar (KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2009; BRADY; SENESE, 2009).
- Outro ponto que corrobora os dados relacionados ao calor específico está relacionado ao fato da água também ser mais densa, ou seja, tem mais molécula por unidade de volume que o ar. Como o calor é armazenado como

energia vibracional das moléculas, quanto mais moléculas mais calor pode ser absorvido ou perdido pela água (KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2009; BRADY; SENESE, 2009).

Consideramos a explicação 2, para as condições que foram observadas, também cientificamente aceitável, uma vez que os conceitos são suficientes para validarem a explicação. Ao considerarem que *“água e suas moléculas são aquecidas mais devagar, tendo assim um calor específico maior que o ar”*, os licenciandos admitem que as substâncias presentes no interior dos balões 1 e 2 apresentam propriedades diferentes e que estas são determinantes para explicar os fenômenos ocorridos nas interfaces ar-látex e água-látex.

Percebemos que na explicação 1 os licenciandos mencionam que *“o fenômeno que explica tal experiência se encontra no assunto de termodinâmica”*, ou seja, além de utilizarem conhecimentos prévios vinculados à termodinâmica, aquecimento e expansão de gases, recorrem a uma área do conhecimento para respaldar a explicação. Na explicação 2, os licenciandos também fazem uso de conhecimentos prévios para validar suas explicações, apresentando para tanto relações entre as capacidades térmicas do ar e da água.

Da mesma forma que o grupo A, os licenciandos do grupo B não consideraram as evidências geradas durante a realização do experimento, pois ao aproximar a vela do balão não ponderaram que o látex atinge seu ponto de fulgor instantaneamente. Assim, as evidências observadas pelo grupo B durante a realização do experimento para afirmar que *“o balão 1 estoura mais rapidamente porque dentro do mesmo se encontra ar e suas moléculas são rapidamente aquecidas”*, não são adequados para a explicação apresentada, pois não condiz com o que é apresentado na literatura sobre propriedades térmicas dos gases.

Na Figura 10 apresentamos os caminhos trilhados pelos licenciandos na elaboração das explicações para o que foi observado durante a realização dos experimentos da parte I.

Figura 10 – Esquema que ilustra o caminho trilhado pelo grupo B na elaboração das explicações iniciais para os fenômenos observados nos balões 1 e 2.

Parte II – Escolha de uma explicação alternativa para os fenômenos observados nos balões 1 (cheio de ar) e 2 (cheio de água)

No início da realização da parte II, constatamos que as explicações iniciais dos licenciandos do grupo B (explicação 1 e 2), apresentaram relações com as duas explicações alternativas disponibilizadas no Quadro 7. Porém, diferentemente dos licenciandos do grupo A, a explicação 1 se relaciona com a explicação alternativa A e a explicação 2 com a explicação alternativa B. A seguir reapresentamos os trechos das explicações alternativas disponibilizadas e as explicações apresentadas pelos licenciandos na primeira parte da oficina:

EXPLICAÇÃO A: Ao contrário do que ocorreu no balão 1, no balão 2 os átomos e moléculas possuem uma energia cinética média menor. Durante o aquecimento dos balões, a energia adicionada é usada para superar as forças que prendem uma molécula a outra, ou seja, no caso do balão 2 a

energia necessária para que as moléculas de água se distanciem e rompam o balão será bem maior, e por isso o balão demorará mais para romper.

EXPLICAÇÃO 1: *O fenômeno que explica tal experiência se encontra no assunto de termodinâmica. O balão 1 estoura mais rapidamente porque dentro do mesmo se encontra ar e suas moléculas são rapidamente aquecidas.*

EXPLICAÇÃO B: A água no interior do balão 2 absorve a maior parte do calor fornecido pela chama, não deixando que a temperatura da borracha aumente muito, ou seja, água é uma boa “armazenadora” de calor porque tem uma elevada capacidade calorífica.

EXPLICAÇÃO 2: *O balão 2 estoura mais devagar porque dentro do mesmo se encontra água e suas moléculas são aquecidas mais devagar, tendo assim um calor específico maior que o ar.*

Posteriormente, quando foi solicitado que avaliassem a observação 1 (*“Foi observado que durante o processo de aquecimento dos balões ocorreu um aumento da temperatura dos mesmos”*), os licenciandos foram favoráveis à observação, elegendo as duas explicações alternativas na apresentação das razões para o fenômeno observado. Cabe salientar que diferentemente do grupo A, o grupo B ao marcar a observação com o “sim” ou com o “não”, apresentava as razões para a explicação ser favorável ou desfavorável frente às observações analisadas.

O grupo B, conforme ilustrado a seguir, afirma que *“houve um aumento de temperatura nos dois casos, porém no balão com água, o aumento foi mais lento”*. Esta observação é justificada a partir do uso da explicação B e segundo os licenciandos em parte pela explicação A. Para tanto, os licenciandos apresentam conceitos relacionados às propriedades termoquímicas do ar e da água, fazendo relações entre as características das interfaces envolvidas (ar-látex e água-látex) e informam que não é suficiente para explicar o fenômeno ocorrido:

EXPLICAÇÃO 3: *Houve um aumento de temperatura nos dois casos, porém no balão com água, o aumento foi mais lento. A explicação ‘A’ explica em parte, porém, não é suficiente para tal procedimento.*

Com relação à explicação 3, podemos considerá-la cientificamente correta, pois semelhante ao que ocorreu na explicação do grupo A, para a mesma observação, os balões 1 e 2 representam sistemas fechados, nos quais segundo a literatura, quanto maior o incremento de temperatura (a pressão constante), maior será o volume (Lei de Charles). Porém, diferentemente dos alunos do grupo A, os alunos do grupo B, acreditam que *“a explicação A explica em parte, porém, não é suficiente para tal procedimento”*, demonstrando que embora algumas evidências

remetam a esse aumento de temperatura, outras evidências não foram observadas na realização do procedimento, uma vez que conforme mencionado anteriormente, o balão 1 estoura antes que ocorra qualquer aquecimento das moléculas de ar contidas no seu interior.

Ao considerarem que a explicação A não é suficiente para explicar os fenômenos observados, os licenciandos assumem que sua adoção não é apropriada, considerando a forma de execução do experimento (coleta de dados), uma vez que se verifica que o balão estoura sem expansão, sem queima e derretimento do látex. Tal postura foi diferenciada em relação aos alunos do grupo A, que durante a apresentação de suas explicações adotaram para as duas situações (balão 1 e 2) a explicação A.

Conforme mencionado, o grupo B também considerou que a observação 1 tinha relação com a explicação B, passando a adotá-la para explicar o fenômeno observado no balão 2, trazendo a expressão “capacidade térmica da água” para justificar o que ocorreu no balão 2:

EXPLICAÇÃO 4: *Sim. Devido à grande capacidade térmica da água, explicação ‘B’ é mais favorável.*

Com relação à explicação 4, podemos considerá-la cientificamente correta e aceitável, uma vez que os conceitos são suficientes para validarem a explicação. Foi possível observar que, embora os licenciandos tenham considerado as duas afirmações alternativas para fundamentar a observação 1, verificamos que escolheram a explicação alternativa B como a mais favorável, reforçando a justificativa em termos da capacidade térmica da água. Para tanto, os licenciandos apresentaram evidências para reelaborarem suas explicações iniciais, ao verificarem o aumento de temperatura no interior do balão com água (balão 2), porém consideraram concepções teóricas, nas quais as relações entre a capacidade térmica do ar e da água são utilizadas, para explicar porque o balão cheio de ar estoura (balão 1).

Ao afirmarem que o balão 1 estoura por conta do aquecimento térmico do ar, os licenciandos desconsideraram as evidências observadas, pois como o balão com ar estoura instantaneamente, não é possível verificar tal aumento de temperatura. Dessa forma, os licenciandos forneceram novos elementos para ampliar a fundamentação. Ou seja, apresentaram concepções teóricas que sustentam a adoção de tal afirmativa, porém não levaram em conta as evidências observadas,

uma vez que conforme mencionado anteriormente, essa explicação é parcialmente aceitável, pois, embora façam uso da explicação B, ainda usam pressupostos inadequados para as condições observadas (explicação A). A Figura 11 ilustra os caminhos trilhados pelos licenciandos na elaboração das explicações para o que foi verificado na observação 1.

Figura 11 – Percurso trilhado pelo grupo B na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 1.

Para respaldarem a observação 2 ("Foi observado que após alguns segundos o balão 1 estoura, enquanto o balão 2 permanece intacto") verificamos

que os licenciandos do grupo B tiveram um posicionamento semelhante ao utilizado para explicar a observação 1, considerando as duas explicações capazes de elucidar os fenômenos observados, porém continuando a afirmar que a explicação alternativa A não é suficiente para justificar todos os fenômenos observados:

EXPLICAÇÃO 5: *Explica, mas ainda não é suficiente para explicar tal fato. É importante que se leve em conta o calor específico do ar e da água.*

Neste caso os licenciandos apresentaram a condição na qual a explicação 5 seria mais plausível (*“É importante que se leve em conta o calor específico do ar e da água”*), e adotam a explicação alternativa B como um dos critérios para reforçar que a explicação alternativa A não é viável para explicar os fenômenos observados. Essa explicação é aceitável, considerando que os fenômenos observados são mais corretamente justificados pela explicação B, relativos à capacidade calorífica das substâncias envolvidas, conforme mencionado pelos licenciandos na explicação 5.

Conforme mencionado, o grupo B adotou a mesma postura da observação 1 e considerou que a observação 2 tinha relação com a explicação B, passando a adotá-la para explicar o fenômeno observado no balão 2. Assumindo esta postura os licenciandos complementam as informações apresentadas nas explicações 4 e 5. Ressaltamos que, da mesma forma que foi observado na explicação 4, os licenciandos reforçam que a explicação B é mais favorável para explicar os fenômenos observados durante a realização da oficina:

EXPLICAÇÃO 6: *Explica de maneira mais favorável a explicação, tendo em vista que leva em consideração algumas propriedades termoquímicas da água.*

Com relação à explicação 6, podemos considerá-la aceitável e cientificamente correta, uma vez que a capacidade calorífica da água é considerada uma propriedade extensiva, já que sua magnitude depende, não só da substância, mas também da quantidade de matéria do corpo ou sistema; por isso, é característica de um corpo ou sistema particular. Assim, podemos definir propriedades extensivas como sendo aquelas que dependem da massa (*“extensão”*) da amostra (KOTZ; TREICHEL, WEAVER, 2009).

Ao afirmarem que a explicação alternativa A não é suficiente para explicar os fatos, os licenciandos levaram em consideração o que foi observado durante a realização da atividade experimental, constatando que a explicação não se relaciona com as evidências. Dessa forma, os licenciandos rejeitam parcialmente a explicação

A e consideraram a explicação B mais adequada. Assim, os licenciandos consideram que a explicação B se relaciona com as evidências disponíveis e levaram em consideração as evidências observadas, pois durante o processo fica evidente que com o aquecimento do balão 2 ocorre o aumento da temperatura da água no interior dele, sendo esta evidência suficiente e relevante, pois, mesmo após alguns minutos o balão permanece intacto. Portanto, a explicação se torna suficiente e leva em consideração concepções teóricas, pois apresenta elementos observados durante o processo de aquecimento do balão, que confirmam as evidências, e sendo consistente com o que é apresentado na literatura sobre as propriedades da água e do látex. A Figura 12 ilustra os caminhos trilhados pelos licenciandos na elaboração das explicações para o que foi verificado na observação 2.

Figura 12 – Percurso trilhado pelo grupo B na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 2.

Na observação 3, os licenciandos não concordaram que *“foi perceptível o odor de látex queimado durante o aquecimento dos balões”*. O grupo B, conforme ilustrado a seguir, reitera as informações apresentadas na explicação 5, informando que não conheciam uma explicação coerente para a observação ser justificada pela explicação A :

EXPLICAÇÃO 7: *Não. Não encontramos uma explicação coerente para tal observação.*

De fato, não era esperado que os alunos encontrassem relações dessa observação com a explicação alternativa A, uma vez que o balão estoura antes de ocorrer a combustão do látex. Dessa forma, podemos considerar a explicação do grupo cientificamente aceitável, pois realmente não existem relações entre a observação 3 e a explicação alternativa A, nas condições em que foi realizado o experimento. Cabe reforçar que a evidência mencionada na observação 3 não deveria ser constatada durante a realização do procedimento.

Para a explicação 8, os licenciandos adotaram a mesma postura da explicação 7 e afirmam que não foi perceptível o odor de látex, porém procuram explicar porque a condição mencionada não ficou evidente:

EXPLICAÇÃO 8: *Devido à espessura do balão, no caso 1 não houve condições de sentir o cheiro do látex. No balão 2, apesar do maior tempo de duração, na água absorvia o calor, não tendo como sentirmos o cheiro do látex.*

Podemos observar que na explicação 8 os licenciandos apresentam justificativas para as duas situações (balão 1 e 2). Para a situação que envolvia o balão cheio de ar podemos considerá-la cientificamente aceitável e correta, pois ao afirmarem que *“devido à espessura do balão, no caso 1, não houve condições de sentir o cheiro do látex”*, os licenciandos levam em consideração que a fina camada de látex rompe antes de entrar em combustão, fato esse que evidenciaria o odor do látex queimado. Para a situação que envolvia o balão cheio de água, podemos considerá-la cientificamente aceitável e correta também, uma vez que ao adotarem na sua explicação questões relacionadas à absorção do calor pela água, os licenciandos conseguem explicar porque o látex não entra em combustão, situação essa que evidenciaria odor do látex queimado.

Verificamos, portanto que os licenciandos não conseguiram fundamentar, para a situação 1 (balão cheio de ar), por meio de evidências, porque o balão 1 estoura. Ou seja, não levaram em conta a concepção teórica referente à capacidade

térmica dos materiais envolvidos, e não apresentaram ou fundamentaram o fato de o balão estourar instantaneamente. Todavia, constatamos que a interpretação das evidências é sólida e o escurecimento do látex por resíduos da queima da vela (parafina) não induziu o grupo à interpretação de que o látex sofre queima durante o processo de aquecimento (observação 3).

Podemos constatar que o grupo B, ao longo das explicações elaboradas para as três observações, tem uma postura de considerar a explicação alternativa B mais correta para explicar os fenômenos. Cabe salientar que os alunos, ao adotarem a explicação B, procuravam justificar a viabilidade da explicação A ou afirmavam que a mesma respondia, somente em parte, os fenômenos observados. Diferentemente do grupo A, que buscava suporte na explicação A e B, concluindo que a explicação B explicava os fenômenos observados. A Figura 13 ilustra os caminhos trilhados pelos licenciandos na elaboração das explicações para o que foi mencionado na observação 3.

Figura 13 – Percurso trilhado pelo grupo B na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 3.

5.1.3 Grupo C

Parte I – Realização do procedimento experimental com os balões 1 (cheio de ar) e 2 (cheio de água)

Os licenciandos do grupo C, semelhante aos do grupo B, buscaram noções de termodinâmica, abordando as relações entre a energia das moléculas e expansão térmica para construir a explicação para o procedimento com o balão 1, apresentando concepções teóricas que sustentam a hipótese do grupo:

EXPLICAÇÃO 1: *Como as moléculas do ar encontram-se bastante afastadas e desordenadas, e por sua vez apresentam baixa densidade, a energia necessária para que ocorra expansão satisfatória gerada pelo aquecimento é mínimo, justificando a explosão quase que instantânea do balão.*

Com relação à explicação 1 podemos considerá-la cientificamente correta, uma vez que nela estão contidos dados que são condizentes com a literatura científica:

- Embora não esteja explícito na explicação 1, os licenciandos fazem referência à entropia, que é uma grandeza termodinâmica que mensura o grau de irreversibilidade de um sistema, encontrando-se geralmente associada ao que se denomina por "desordem" de um sistema termodinâmico (ATKINS; JONES, 2001);
- A entropia é uma grandeza que busca mensurar não a energia, tampouco a matéria total encerrada pelas fronteiras do sistema termodinâmico, mas sim como esta matéria e esta energia encontram-se armazenadas e distribuídas no sistema definido por tais fronteiras (ATKINS; JONES, 2001);
- O aquecimento e resfriamento do ar alteram a sua densidade, pois este quando aquecido diminui de densidade e quando resfriado aumenta de densidade (ATKINS; JONES, 2001; KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2009; BRADY; SENESE, 2009).

Embora cientificamente correta, e assim como observado na explicação inicial colocada pelos Grupos A e B, a explicação 1 é parcialmente aceitável. Percebemos que os licenciandos não se ativeram à fonte de evidências para formular suas razões, ou seja, a explicação não foi apropriada para forma como foi executado o experimento (coleta de dados). Conforme explicitado anteriormente,

para considerar a ocorrência da expansão do ar, que se dá com o aumento da temperatura, dentro do balão, os alunos deveriam ter observado tal evidência, porém o balão estoura antes que ocorra qualquer variação no seu diâmetro. Tal situação seria válida se a chama não estivesse em contato direto com o balão, fazendo-o estourar por conta do aquecimento térmico do ar (expansão dos gases que compõe o ar).

Na explicação referente ao fenômeno ocorrido com o balão 2, explicação 2, os licenciandos também abordaram relações entre quantidade de energia e interações moleculares para construir a explicação:

EXPLICAÇÃO 2: *Como as moléculas de água estão muito mais próximas uma das outras que as moléculas do ar, apresentando interações intermoleculares muito mais significativas, a quantidade de energia necessária para que haja uma expansão satisfatória é muito mais elevada que para o ar, o que explica a demora da explosão do balão cheio de água.*

Com relação à explicação 2 podemos considerá-la cientificamente correta, uma vez que nela estão contidos dados que são condizentes com a literatura científica:

- Embora não esteja explícito na explicação 1, os alunos consideram que na água existem forças intermoleculares mais intensas que no ar. Para a água existem interações intermoleculares denominadas ligações de hidrogênio e para o ar (moléculas apolares) teremos interações denominadas Forças de Van der Waals (KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2009);
- Uma consequência das ligações de hidrogênio, como é o caso das existentes na água contida no interior do balão 2, é a sua elevada tensão superficial, ou seja, as moléculas que estão no interior do balão atraem e são atraídas por todas as moléculas vizinhas, de tal modo que essas forças se equilibram. Este fenômeno ocorre com todos os líquidos, mas com a água, acontece mais intensamente (BRADY; SENESE, 2009);
- Forças de Van der Waals, que são consideradas as interações mais fracas de todas, ocorrem em moléculas apolares, como é o caso dos gases diatômicos presentes no interior do balão 1, que possuem momento dipolar nulo (ATKINS; JONES, 2001; KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2009; BRADY; SENESE, 2009).

Consideramos a explicação 2, da mesma forma que a explicação 1, cientificamente correta, porém parcialmente aceitável. A postura dos licenciandos do grupo C foi semelhante às dos licenciandos dos grupos A e B para a resposta inicial. Ao considerarem que *“a quantidade de energia necessária para que haja uma expansão satisfatória é muito mais elevada que para o ar, o que explica a demora da explosão do balão cheio de água”*, os licenciandos admitem que as substâncias presentes no interior dos balões 1 e 2 apresentam propriedades diferentes e que estas são determinantes para explicar os fenômenos ocorridos nas interfaces ar-látex e água-látex.

Podemos observar na explicação 1 que os licenciandos mencionam que *“como as moléculas de ar encontram-se bastante afastadas e desordenadas”*, ou seja, além de utilizarem conhecimentos prévios vinculados à termodinâmica (entropia), recorrem à concepções teóricas para construir as explicações, tornando-as insuficientes, pois não apresentam evidências observadas durante o processo de aquecimento dos balões. Na explicação 2, os licenciandos também fazem uso de conhecimento prévio para validar a explicação, apresentando relações entre a quantidade de energia e interações moleculares.

Da mesma forma que o grupo B, os licenciandos do grupo C desconsideraram as evidências e as explicações não se relacionam com as evidências disponíveis, o que as tornam, de certa forma, não adequadas, pois não são explicadas a partir das evidências realmente observadas. Assim, as evidências observadas pelo grupo C durante a realização do experimento para afirmar que ocorre expansão nas duas situações, não são adequadas para as explicações apresentadas, pois não condizem com o que é apresentado na literatura sobre entropia de sistemas (explicação 1) e interações intermoleculares (explicação 2).

A Figura 14 apresenta os caminhos trilhados pelos licenciandos na elaboração das explicações para o que foi observado durante a realização dos experimentos da parte I.

Figura 14 – Esquema que ilustra o caminho trilhado pelo grupo C na elaboração das explicações iniciais para o fenômeno observado nos balões 1 e 2.

Parte II – Escolha de uma explicação alternativa para os fenômenos observados nos balões 1 (cheio de ar) e 2 (cheio de água)

Ao analisarmos as explicações iniciais propostas pelos licenciandos do Grupo C na parte I, verificamos que os alunos acabaram adotando critérios relativos à explicação A. A seguir rerepresentamos os trechos das explicações dos licenciandos relacionadas à mesma:

EXPLICAÇÃO 1: *Como as moléculas do ar encontram-se bastante afastadas e desordenadas, e por sua vez apresentam baixa densidade, a energia necessária para que ocorra expansão satisfatória gerada pelo aquecimento é mínimo, justificando a explosão quase instantânea do balão.*

EXPLICAÇÃO 2: *Como as moléculas de água estão muito mais próximas uma das outras que as moléculas do ar, apresentando interações intermoleculares muito mais significativas, a quantidade de energia*

necessária para que haja uma expansão satisfatória é muito mais elevada que o ar, o que explica a demora da explosão do balão cheio de água.

Na sequência, quando foi solicitado que avaliassem a observação 1 (*“Foi observado que durante o processo de aquecimento dos balões ocorreu um aumento da temperatura dos mesmos”*), os licenciandos foram favoráveis à observação, elegendo a explicação B na apresentação da explicação para o fenômeno observado. Para tanto, os licenciandos inserem conceitos de capacidade calorífica, apresentando dessa forma novas explicações que se relacionam com o aumento de temperatura:

EXPLICAÇÃO 3: *Sim, essa observação é bem clara ao falar da capacidade calorífica dos compostos em questão.*

Com relação à explicação 3, podemos considerá-la cientificamente correta e aceitável, uma vez que os fenômenos presenciados na realização do experimento, conforme explicitado anteriormente, são adequadamente explicados pela explicação B.

Diferentemente do grupo A que não abandonou as explicações iniciais relacionadas com a explicação alternativa A e semelhante ao grupo B que adotou parcialmente a explicação alternativa A, o grupo C informou que a explicação alternativa A não se relacionava de forma clara com a observação 1:

EXPLICAÇÃO 4: *Não, pois a observação 1 apesar de apresentar fatores como energia cinética, a explicação não é clara em envolver a variável energia diretamente com o aumento de temperatura.*

Com relação à explicação 4, ao considerarem que a explicação alternativa A responde parcialmente, rejeitando-a e adotando a explicação B, os licenciandos tornam a explicação cientificamente aceitável e correta, uma vez que para a elaboração da explicação *“fatores como energia cinética”* não seriam apropriadas para a forma que foi executado o experimento.

Observamos que, a partir da adoção da explicação alternativa B, explicitada na explicação 3, ainda que os licenciandos tenham considerado a explicação A para fundamentar suas impressões iniciais (parte I), na observação 1 verificamos que escolheram a explicação B como a mais favorável, abandonando elementos relativos à energia cinética das moléculas e ampliando a justificativa em termos da capacidade térmica da água. Da mesma forma observada no grupo B, o grupo C rejeitou a explicação A. Ao adotarem a explicação B e rejeitarem a explicação A, os

licenciandos levam em conta concepções teóricas ao considerarem que a afirmação referente a tal explicação não se relaciona com as evidências observadas durante a realização do experimento, uma vez que foi perceptível durante o processo de aquecimento do balão cheio de água o aumento de temperatura do mesmo.

Cabe salientar que os licenciandos afirmaram que a explicação A não relaciona a energia das moléculas e o aumento da temperatura para justificar a observação 1, conferindo prerrogativa negativa às impressões iniciais apresentadas. No que se refere à concepção teórica apresentada, a explicação dos licenciandos corrobora as evidências observadas, considerando que a explicação B é suficiente para explicar os fenômenos, pois evidências sobre a capacidade térmica dos materiais envolvidos são apresentadas e fundamentam o fato de o balão permanecer intacto. A Figura 15 ilustra os caminhos trilhados pelos licenciandos na elaboração das explicações para o que foi constatado na observação 1.

Figura 15 – Percurso trilhado pelo grupo C na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 1.

Para justificarem a observação 2 (*“Foi observado que após alguns segundos o balão 1 estoura, enquanto o balão 2 permanece intacto”*) verificamos que os licenciandos do grupo C tiveram um posicionamento diferente ao utilizado para explicar a observação 1, adotando novamente a explicação A como adequada:

EXPLICAÇÃO 5: *Sim, pois na explicação A é correlacionado com a energia cinética e com o afastamento das moléculas, que gera a expansão e o rompimento do balão.*

Porém, semelhante ao que haviam apresentado na explicação 1 (balão cheio de ar), os licenciandos não apresentaram a condição na qual a explicação A

seria mais plausível, isto é, seria válida em uma situação na qual a chama não estivesse em contato direto com o balão. Assim, diferentemente da situação anterior, essa explicação não é totalmente aceitável para a forma com que foi executado o experimento (coleta de dados), e não é condizente com as explicações realizadas pelo grupo, ao mencionarem na explicação 4 que não fica claro “*envolver a variável energia diretamente com o aumento de temperatura*”.

O grupo C, semelhante ao grupo A, também considerou que a observação 2 era corretamente aplicada à explicação B, para tanto adotaram também essa explicação, trazendo a expressão “capacidade da água de absorver energia”, para expandir a explicação 3 e auxiliar na apresentação dos fenômenos observados:

EXPLICAÇÃO 6: *Sim, pois a explicação B ressalta a capacidade da água de absorver energia, não permitindo que a energia rompa o balão.*

Da mesma forma que discutido na explicação 3, podemos considerar a explicação 6 cientificamente correta e aceitável, uma vez que teorias relacionadas as propriedades térmicas dos materiais envolvidos (ar-látex e água-látex) são levadas em consideração para explicar as relações entre as duas interfaces envolvidas.

Podemos verificar que, na explicação 6, os licenciandos reiteram as informações abandonadas na explicação 4, adotando novamente a explicação A e expandem as informações apresentadas na explicação 3, afirmando que a água absorve mais energia. Assim, podemos constatar que, mais uma vez, os licenciandos desconsideraram evidências observadas, por conseguinte, não estando a explicação relacionada com as evidências disponíveis, tendo em vista o fato, mencionado anteriormente, do ar sofrer um processo de expansão que finda com a explosão do balão 1 (explicação 2). Os licenciandos desconsideraram também concepções teóricas, visto que não foi observada durante a realização do experimento a expansão do balão com ar pela expansão térmica do ar. Assim, se levarmos em consideração as relações existentes entre as evidências observadas e as concepções teóricas apresentadas, referentes ao experimento do balão cheio com ar, podemos concluir que as explicações apresentadas não se alinham com a forma de execução do experimento (coleta de dados), já que o balão estourou instantaneamente antes que ocorresse a expansão térmica do ar.

A Figura 16 ilustra os caminhos trilhados pelos licenciandos na elaboração das explicações para o que foi constatado na observação 2.

Figura 16 – Percurso trilhado pelo grupo C na reavaliação da explicação inicial após a apresentação da observação 2.

Na observação 3, os licenciandos não concordaram que “foi perceptível o odor de látex queimado durante o aquecimento dos balões”). O grupo C, conforme ilustrado a seguir, informa que não foi perceptível o odor do látex e que explosão do balão 1 estava relacionada à expansão térmica e não com a queima do látex, sendo justificada pela explicação A:

EXPLICAÇÃO 7: Sim, pois a causa da explosão apresentada por A, diz respeito a expansão, não correlacionando com a queima do látex.

De fato, semelhante aos alunos do grupo B, não era de esperar que os alunos do grupo C encontrassem relações dessa observação com a explicação alternativa A, uma vez que o balão estoura antes de ocorrer a combustão do látex.

Assim, podemos considerar a explicação do grupo cientificamente aceitável, pois realmente não existem relações entre a observação 3 e a explicação alternativa A nas condições em que foi realizado o experimento.

Para a explicação 8 os licenciandos adotaram a explicação alternativa B, apresentado as condições nas quais a observação 3 seria válida, expondo em que momento a explicação alternativa seria adequada:

EXPLICAÇÃO 8: *Não, segundo a explicação 'B', a um longo prazo sentiríamos o odor do látex.*

Na explicação 8, os licenciandos adotaram a mesma postura da explicação 7 e afirmam que não foi perceptível o odor de látex. Podemos observar que para essa situação a explicação não é cientificamente aceitável e correta, uma vez que ao adotarem na sua explicação questões relacionadas a absorção do calor pela água, os licenciandos conseguem explicar porque o látex não entra em combustão, sendo dessa forma descartada a hipótese de combustão do látex.

Podemos constatar também que os licenciandos do grupo C persistiram em considerar a explicação A a mais adequada para explicar os fenômenos observados para o balão cheio com ar. Assim, os licenciandos desconsideraram evidências observadas e não apresentaram uma situação na qual a coleta de dados fosse viável para a explicação que avaliaram ser a mais adequada. Dessa forma, os licenciandos acabaram levando em consideração apenas concepções teóricas desvinculadas das evidências observadas, tornando suas explicações inconsistentes com as propriedades térmicas dos gases, pois a energia adicionada não é suficiente para superar as forças que prendem umas moléculas às outras, uma vez que o balão estoura instantaneamente. A Figura 17 ilustra os caminhos trilhados pelos licenciandos na elaboração das explicações para o que foi constatado na observação 3.

Figura 17 – Percurso trilhado pelo grupo C na reavaliação da explicação inicial após apresentação da observação 3.

5.1.4 Como os licenciandos avaliam a validade ou a aceitação de explicações alternativas para um fenômeno natural: análise global e implicações

Sampson e Blanchard (2012) descrevem no seu trabalho argumentos escritos por um grupo de professores de ciências durante a realização de entrevistas (*cognitive appraisal interview*) nas quais estes deveriam avaliar explicações alternativas para fenômenos naturais. Na ocasião, foram a eles apresentadas três situações que descreviam fenômenos naturais, um questionamento e um conjunto

de dados relacionados aos fenômenos, que poderiam ser usados para avaliar a aceitabilidade ou a validade das explicações.

A análise da maneira como os professores fizeram a avaliação das explicações e argumentaram a favor dos seus pontos de vista indicou a adoção das seguintes estratégias por parte dos mesmos:

- *expandir a explicação inicialmente proposta*: esta foi a categoria identificada com mais frequência. Nesse contexto, ocorreu simplesmente o esclarecimento e a adição de novos elementos e/ou informações à explicação escolhida;
- *utilizar os dados como fonte de evidências para apoiar a explicação*: esta foi a segunda categoria identificada com mais frequência. Nesse contexto, dados foram usados para sustentar a validade da explicação escolhida. Foram também apresentadas justificativas com relação às informações acrescentadas;
- *apontar porque as explicações rejeitadas eram insuficientes*: esta foi a terceira categoria identificada com mais frequência. Nesse contexto, foram realizadas tentativas de dicotomizar uma questão. Assim, se uma posição é desacreditada, o sujeito é forçado a aceitar a outra explicação como verdadeira;
- *fornecer uma série de dados com a finalidade de garantir a veracidade da explicação*: esta foi a categoria identificada em menor frequência. Nesse contexto, uma série de premissas foi apresentada na tentativa de garantir a “verdade” de uma explicação.

Ao analisarmos a maneira como os licenciandos avaliaram as explicações A e B, ilustradas no Quadro 5, com relação ao fenômeno natural que observaram na quinta oficina sobre argumentação, verificamos a adoção de três das quatro estratégias observadas por Sampson e Blanchard (2012).

A estratégia de *utilizar os dados como fonte de evidências para apoiar a explicação* foi a mais comum, tendo sido utilizada pelos grupos A, B e C. Ou seja, todos os licenciandos fizeram uso de dados para apoiar a validade da explicação escolhida, argumentando a favor dos seus pontos de vista.

Para ilustrar a utilização dessa estratégia pelo grupo A apresentamos os seguintes trechos, provenientes da parte II da oficina:

EXPLICAÇÃO 4 (GRUPO A): *Sim, absorvendo o calor da chama ocorre o aumento da temperatura, ou seja a capacidade térmica do ar é muito menor que a da água, no qual ultrapassa o ponto de fulgor, do gás, enquanto que a chama não é o suficiente p/ elevar a temperatura até o ponto de fulgor.*

EXPLICAÇÃO 5 (GRUPO A): *Existe uma temperatura na qual a substância se inflama diante da chama. Temperatura denominada 'ponto de fulgor' o da borracha (látex) acima de 260 °C, ou seja, com a água que tem uma capacidade térmica cerca de 3200 vezes maior que a do ar, absorve o calor liberado pela chama não deixando a película do balão se rompa.*

Os licenciandos do grupo A utilizaram, portanto, alguns dados para apoiar a validade da explicação escolhida (explicação B) e um encadeamento lógico como forma de demonstrar que a explicação é verdadeira, o qual fica evidente no momento em que explicam que “*absorvendo o calor da chama ocorre o aumento da temperatura*”. Assim, fazem uso de um raciocínio que consiste em afirmar que para todo corpo que absorve calor ocorrerá aumento de sua temperatura. Esse raciocínio é complementado com dados teóricos de que “*a capacidade térmica do ar é muito menor que a da água, no qual ultrapassa o ponto de fulgor, do gás*”.

Nos trechos a seguir exemplificamos o uso desse tipo de estratégia pelos licenciandos do grupo B, durante a realização da parte II da oficina:

EXPLICAÇÃO 4 (GRUPO B): *Sim. Devido à grande capacidade térmica da água, explicação 'B' é mais favorável.*

EXPLICAÇÃO 5 (GRUPO B): *Explica, mas ainda não é suficiente para explicar tal fato. É importante que se leve em conta o calor específico do ar e da água.*

Nos argumentos do grupo B podemos perceber que, assim como o grupo A, os licenciandos também utilizaram dados para apoiar a validade da explicação escolhida (explicação B) e um encadeamento lógico como forma de demonstrar que a explicação é verdadeira. Isso ficou evidenciado no momento em que explicam que “*devido à grande capacidade térmica da água, explicação 'B' é mais favorável*”, ou seja, fazem uso de um raciocínio que consiste em afirmar que todo corpo possui um calor específico característico.

Os trechos a seguir exemplificam o uso da estratégia em pauta pelo grupo C, durante a realização da parte II da oficina:

EXPLICAÇÃO 4 (GRUPO C): *Sim, pois na explicação A é correlacionado com a energia cinética e com o afastamento das moléculas, que gera a expansão e o rompimento do balão.*

EXPLICAÇÃO 2 (GRUPO C): *Sim, pois a explicação B ressalta a capacidade da água de absorver energia, não permitindo que rompa o balão.*

Analogamente ao que foi constatado nos grupo A e B, a escolha de tal estratégia pelos licenciandos do grupo C foi identificada no momento em que explicam que “*é correlacionado com a energia cinética e com o afastamento das moléculas*”, ou seja, fizeram uso de um raciocínio que consiste em afirmar que toda molécula possui átomos que estão unidos por forças que dependem do estado físico no qual se encontra.

Os procedimentos realizados pelos grupos sugerem que os licenciandos perceberam a necessidade de empregar os dados que se encontravam disponíveis, obtidos por cientistas e mencionados em livros didáticos, por exemplo, ou oriundos da realização do experimento, para apoiar a validade da explicação escolhida. Segundo Sampson e Blanchard (2012), a adoção dessa estratégia possibilita o alinhamento com o esquema que ilustra um argumento científico (Figura 3), demonstrando que as explicações dos alunos estão compatíveis com o Modelo proposto por eles, uma vez que para uma “explicação” são apresentadas “evidências” e estas são justificadas durante a construção da “fundamentação” (encadeamento lógico). Resultado menos satisfatório foi alcançado no trabalho dos autores, no qual foi também constatada a utilização desse tipo de estratégia, porém não com tanta frequência como na presente pesquisa: apenas seis, dentre os 30 professores entrevistados, a adotaram.

A estratégia de *apontar porque as explicações rejeitadas eram insuficientes* foi adotada pelos grupos B e C, a qual se caracteriza pela tentativa de persuadir o receptor a abandonar uma explicação e forçar a aceitação da outra. A utilização dessa estratégia fornece indícios de compreensão por parte dos licenciandos sobre as características de um bom argumento.

Observamos que essa estratégia foi utilizada pelos licenciandos do grupo B quando procuraram apresentar motivos para rejeitar alguma das alternativas de explicação, conforme exemplificam os seguintes trechos, referentes à parte II e à explicação final da oficina:

EXPLICAÇÃO 3 (GRUPO B): *Houve um aumento de temperatura nos dois casos, porém no balão com água, o aumento foi mais lento. A explicação ‘A’ explica em parte, porém, não é suficiente para tal procedimento.*

EXPLICAÇÃO FINAL (GRUPO B): *Acreditamos que as duas explicações se complementam para explicar o experimento realizado, porém a explicação ‘B’ é melhor, de forma que a mesma visa explicitar propriedades tais como capacidade térmica e calor específico da água.*

Os trechos a seguir exemplificam esse tipo de estratégia realizada pelo grupo C durante a realização da parte II da oficina:

EXPLICAÇÃO 3 (GRUPO C): *Não, pois a observação 1 apesar de apresentar fatores como energia cinética, a explicação não é clara em envolver a variável energia diretamente com o aumento de temperatura.*

EXPLICAÇÃO FINAL (GRUPO C): *A explicação 'A' explica melhor os acontecimentos. Vimos que um dos dados apresentados vai de encontro à proposição 'B'. A explicação 'A' é bem justificada, não apresentando lacunas e ratificando os dados observados. Mas é válido lembrar que a explicação 'B' não é inválida, apenas não justifica plenamente um fato observado.*

Como demonstram os trechos apresentados, os licenciandos dos grupos B e C, além de terem utilizado dados para apoiar a validade da explicação escolhida (estratégia citada anteriormente), subsidiaram a sua avaliação com a apresentação de razões que justificassem a rejeição de determinadas alternativas de explicação. Esse tipo de procedimento, no qual se dicotomiza uma questão, é frequentemente empregado em atividades como debates, que se pautam fortemente na argumentação, nos quais existe a tentativa de fazer com que os sujeitos envolvidos aceitem uma proposição abandonando as demais.

Verificamos que apenas o grupo A adotou a estratégia de *fornecer uma série dados com a finalidade de garantir a veracidade da explicação*, a qual demonstra uma valorização por parte dos licenciandos sobre a importância dos dados na fundamentação de explicações para determinado fenômeno. Essa estratégia se assemelha muito à de *utilizar os dados como fonte de evidências para apoiar a explicação*, no entanto, se distingue desta última por trazer em seu bojo a apresentação de uma série de premissas, na tentativa de garantir a “verdade” de uma explicação.

O trecho a seguir exemplifica a estratégia desencadeada pelo grupo A durante a realização da parte II da oficina:

EXPLICAÇÃO 3 (GRUPO A): *Ocorreu um aumento de temperatura pelo ganho de energia das moléculas. Com o $\uparrow P$ ocorrerá $\uparrow$ temperatura $\uparrow$ velocidades das partículas, $\uparrow$ frequência dos choques contra as paredes do recipiente, $\uparrow P$ interno maior que pressão externa, expansão do gás $\uparrow$ volume.*

Na explicação 3 constatamos, de forma explícita, a sequência de dados utilizada para garantir a veracidade da explicação. Nesse caso, os licenciandos do grupo A iniciaram sua explicação afirmando que, com o aumento da pressão,

ocorrerá o aumento da temperatura. Na sequência da exposição dos dados os licenciandos ainda afirmaram que, com o aumento da temperatura, ocorrerá o aumento da velocidade das moléculas e, como consequência, aumentará o número de choques contra a parede do recipiente. Finalizando a apresentação dos dados, os estudantes expuseram que, com o aumento da frequência de choques contra a parede do recipiente, ocorrerá o aumento da pressão interna e, consequentemente, a expansão do gás e do balão.

Como demonstra o trecho apresentado, os licenciandos do grupo A, além de terem utilizado dados para apoiar a validade da explicação escolhida (estratégia citada anteriormente), subsidiaram a sua avaliação com a apresentação de premissas, na tentativa de agregar elementos que fortalecessem a sua avaliação sobre a explicação em questão.

Tendo em vista o exposto, acreditamos ser possível afirmar que os licenciandos mostraram familiaridade com a natureza dos argumentos construídos em ciências, uma vez que foram capazes de avaliar a validade ou aceitação de explicações alternativas para um fenômeno natural lançando mão de estratégias que sustentam uma argumentação científica. Proporcionar tal familiaridade se constituiu em um dos objetivos das oficinas em argumentação, nas quais o Modelo de Toulmin (2001) foi amplamente discutido, e pode ter contribuído para a adoção das referidas estratégias. Nessa perspectiva, Sampson e Blanchard (2012), especulam que a razão que levou apenas seis, dentre os 30 professores que foram entrevistados, a adotarem a estratégia de *utilizar os dados como fonte de evidências para apoiar a explicação*, se associa com a pouca familiaridade dos professores frente à argumentação científica.

Podemos sugerir ainda que a diferença entre os contextos nos quais foram avaliadas as explicações alternativas nos dois trabalhos pode também ter contribuído para o teor dos resultados obtidos. De fato, enquanto os sujeitos da presente pesquisa executaram um experimento e dele extraíram dados empíricos, os sujeitos da investigação de Sampson e Blanchard (2012) não tiveram a mesma oportunidade. Dessa forma, a realização do experimento pode ter oferecido aos licenciandos uma maior aproximação com as condições em que ocorreram os fenômenos em questão, favorecendo o uso mais frequente da estratégia de *utilizar os dados como fonte de evidências para apoiar a explicação*.

Cabe ainda destacar que, embora as estratégias empregadas pelos licenciandos tenham se mostrado condizentes com a expectativa da construção de uma argumentação científica, nos grupos B e C a avaliação final sobre a validade das explicações A e B se baseou em dados que não se sustentavam frente às evidências empíricas. Estas não mostravam a expansão do balão 1, que foi assumida como existente pelos licenciandos.

O grupo A também se equivocou ao fazer uma afirmação que não se sustentava frente às evidências empíricas. Neste caso, os licenciandos confirmam a ocorrência da Observação 3: “foi perceptível o odor do látex queimando”. Porém, não se verificou tal evento na realização do experimento.

A constatação de situações como as mencionadas pode estar associada tanto à ausência de habilidade de observação dos alunos frente ao experimento realizado quanto à existência de equívocos conceituais, que dificultaria a interpretação correta do fenômeno observado. Nessa perspectiva, concordamos com Jiménez-Aleixandre et al. (2009), quando afirmam que atividades que exigem a capacidade de usar dados para avaliar determinado conhecimento fomentam o desenvolvimento de competências científicas, pois permitem identificar questões ou perguntas que podem ser respondidas com base em evidências. Tais atividades podem também auxiliar os alunos a explicar fenômenos aplicando o conhecimento científico e utilizar evidências científicas para elaborar e identificar fundamentos que as sustentam.

Assim, a discussão aqui apresentada mostrou a relevância da identificação das estratégias adotadas na construção de explicações para um fenômeno natural, tendo em vista a compreensão sobre o processo de construção dos argumentos pelos licenciandos. Esta discussão ofereceu ainda respostas sobre o conhecimento e as habilidades que os licenciandos possuem sobre a prática de argumentar cientificamente e evidenciou as contribuições do processo de formação ao qual foram submetidos.

5.2 Características dos argumentos que os alunos produziram para explicar os fenômenos observados

Neste tópico serão discutidas as principais características dos argumentos apresentados pelos licenciandos na elaboração da conclusão final para os

fenômenos observados, na qual deveriam avaliar qual das explicações alternativas era melhor para justificar a ocorrência dos fenômenos. Cabe salientar que para a construção dessa conclusão os licenciandos deveriam levar em consideração todas as ponderações realizadas na elaboração das explicações da parte I e as fornecidas na parte II (Tópico 5.1).

Conforme mencionado anteriormente, o mais apropriado seria que os licenciandos buscassem justificativas na explicação alternativa B para o fato de o balão com ar estourar (balão 1) e o balão com água não estourar (balão 2). O balão com ar estoura porque o calor não é absorvido de maneira suficiente pelo ar, o qual possui capacidade térmica relativamente baixa. O calor liberado pela chama, nessas condições, não consegue atravessar rapidamente a película de borracha. Isto implica em aumento rápido da temperatura da superfície da película em contato com a chama, permitindo que o “ponto de fulgor” ($\sim 260\text{ }^{\circ}\text{C}$) seja atingido quase que instantaneamente, antes mesmo de ocorrer o aquecimento térmico do ar e, conseqüentemente, sua expansão (ATKINS; JONES, 2001; KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2009; BRADY; SENESE, 2009).

O balão com água não estoura porque a água tem capacidade térmica elevada. Isto permite a absorção do calor que é transmitido ao balão pela chama. A água também tem uma entalpia de vaporização alta, o que significa que ela pode receber bastante calor sem que sua temperatura se eleve muito. Dessa forma, o fluxo de calor atravessa a película rapidamente não permitindo que a temperatura da superfície em contato com a chama atinja o ponto de fulgor (ATKINS; JONES, 2001; KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2009; BRADY; SENESE, 2009).

Diante do exposto, apresentamos nas Figuras 18 e 19 os esquemas que ilustram os argumentos científicos esperados para respaldar as explicações apresentadas na alternativa B para os fenômenos observados durante a realização do experimento com os balões. Conforme apresentado no capítulo *Referenciais Teórico-Metodológicos*, os esquemas apresentados levam em consideração o Modelo proposto por Sampson e Blanchard (2012), no qual podemos notar que as explicações são apoiadas por evidências e as evidências são justificadas por uma fundamentação. A componente Evidência do Modelo inclui medições, observações e resultados de outros estudos que foram coletados, analisados e interpretados por pesquisadores, que são usados para dar suporte, validade ou legitimidade à explicação. A evidência pode assumir várias formas que vão desde os tradicionais

dados numéricos (pH, massa atômica, temperatura de ebulição) ou observações (cor, descrições de um evento). A componente Fundamentação apresenta os enunciados que explicam como as evidências apoiam as explicações e porque são significativas como suporte a elas.

No Modelo são destacados também critérios que devem ser considerados durante a elaboração dos argumentos científicos, que auxiliarão na avaliação da qualidade ou viabilidade do argumento apresentado. O primeiro critério denominado “empírico” avalia se as evidências disponíveis ou observadas são adequadas para a explicação apresentada. O segundo critério denominado “teórico” leva em consideração concepções ou padrões de natureza teórica, avaliando se estas concepções teóricas são alinhadas com leis ou teorias presentes na literatura científica. O último critério denominado “analítico” avalia se a linha de raciocínio adotada para interpretar ou correlacionar as evidências com as teorias apresentadas é consistente.

Figura 18 – Esquema que ilustra o argumento científico esperado para respaldar a explicação apresentada na alternativa B para o fenômeno observado no balão com ar (balão 1).

Figura 19 – Esquema que ilustra o argumento científico esperado para respaldar a explicação apresentada na alternativa B para o fenômeno observado no balão com água (balão 2).

Para a apresentação dos resultados deste tópico o dividimos em quatro subtópicos. Nos três primeiros analisamos os argumentos finais dos grupos A, B e C a fim de estabelecer relações entre eles e os esquemas ilustrados nas Figuras 18 e 19. No último subtópico, descrevemos as estratégias utilizadas pelos grupos A, B e C para a elaboração dos argumentos finais. Cabe salientar que nos quatro subtópicos são resgatadas as ponderações apresentadas pelos licenciandos no tópico 5.1 durante a construção dos argumentos científicos relativos às partes I e II.

5.2.1 Grupo A

Conforme apresentado no subtópico *Como os licenciandos avaliam a validade ou aceitação de explicações alternativas para um fenômeno natural*, os licenciandos apresentaram suas ponderações para explicar o fenômeno observado. Ou seja, para a construção do argumento final seria desejável que eles considerassem tais ponderações para sua elaboração. Sintetizamos nos Quadros 8 e 9 todas as considerações feitas durante a realização da atividade. Para tanto, reapresentamos na segunda coluna (Respostas) as explanações feitas pelos licenciandos durante a execução das partes I e II.

Quadro 8 – Síntese das ponderações realizadas pelos licenciandos do grupo A para a Parte I.

PARTE I		RESPOSTAS
Realização do procedimento experimental com os balões 1 (cheio de ar) e 2 (cheio de água)	Procedimento 1: Balão cheio de ar	<i>No balão cheio de ar há presença de CO₂, quando o balão entra em contato com a chama da vela ocorre uma vibração nas moléculas do gás fazendo com que o balão estoure rapidamente, com a saída do CO₂ a vela se apaga.</i>
	Procedimento 2: Balão cheio de água	<i>No balão com água as moléculas estão mais juntas, quando entra em contato com a chama da vela demora a ocorrer as vibrações das moléculas fazendo com que demore a estourar o balão.</i>

Quadro 9 – Síntese das ponderações realizadas pelos licenciandos do grupo A para a Parte II.

PARTE II			RESPOSTAS
Escolha de uma explicação alternativa para os fenômenos observados nos balões 1 (cheio de ar) e 2 (cheio de água)	Observação 1	A	Ocorreu um aumento de temperatura pelo ganho de energia das moléculas. Com o $\uparrow P$ ocorrerá $\uparrow$ temperatura $\uparrow$ velocidades das partículas, $\uparrow$ frequência dos choques contra as paredes do recipiente, $\uparrow P$ interno maior que pressão externa, expansão do gás $\uparrow$ volume.
		B	Sim, absorvendo o calor da chama ocorre o aumento da temperatura, ou seja a capacidade térmica do ar é muito menor que a da água, no qual ultrapassa o ponto de fulgor, do gás, enquanto que a chama não é o suficiente p/ elevar a temperatura até o ponto de fulgor.
	Observação 2	A	Não
		B	Existe uma temperatura na qual a substância se inflama diante da chama. Temperatura denominada 'ponto de fulgor' o da borracha (látex) acima de 260 °C, ou seja, com a água que tem uma capacidade térmica cerca de 3200 vezes maior que a do ar, absorve o calor liberado pela chama não deixando a película do balão se rompa.
	Observação 3	A	Não
		B	Situação explicada pelo rompimento (substância se inflama diante da chama) no caso 1.

Conforme mencionado anteriormente, após a realização das partes I e II foi solicitado que os licenciandos apresentassem uma conclusão final para os fenômenos observados, avaliando qual das explicações alternativas possui fundamentos mais adequados para o observado. Para a qual obtivemos a seguinte afirmação:

“Explicação B, devido à relação da capacidade térmica do ar e da água com relação ao ponto de fulgor no qual com o ar o ponto de fulgor 260° enquanto que com a água é acima de 1000 °C.

ar – capacidade térmica baixíssima
 água – capacidade térmica alta

} 3200 vezes

Além de que o ar dissipa o calor absorvido mais lentamente que a água, enquanto a água apresenta a propriedade de oferecer uma elevada resistência à transferência de calor proveniente da chama.

Com base na explicação, podemos considerá-la cientificamente correta e aceitável. Cabe salientar que, conforme discutido no tópico 5.1 para o grupo A, os licenciandos levaram em consideração as ponderações realizadas durante a análise da observação 1. De fato, constatamos que os licenciandos fizeram uso de teorias referentes às propriedades térmicas dos materiais envolvidos (ar-látex e água-látex), que explicam adequadamente o que foi observado para as duas situações

observadas (balão 1 e 2), ou seja, consideraram a relevância das interfaces ar-látex e água-látex na ocorrência do fenômeno. Os licenciandos fizeram uso das relações que existem entre o ponto de fulgor do látex e as capacidades caloríficas do ar e da água.

Outra evidência que subsidia a explicação diz respeito à capacidade calorífica das substâncias envolvidas. Mais uma vez, conforme enfatizado na explicação referente à observação 2 do grupo A, é digna de nota a apresentação pelos licenciandos de dados numéricos comparativos para corroborar as razões apresentadas, confirmando as relações existentes entre a capacidade calorífica do ar e da água com o ponto de fulgor do látex.

Observamos que na explicação dos licenciandos são levados em consideração critérios empíricos, teóricos e analíticos, desejáveis para a construção de um argumento científico segundo Sampson e Blanchard (2012).

No que se refere aos critérios empíricos podemos concluir que a explicação final do grupo A se relaciona com as evidências disponíveis e essas são suficientes e relevantes para a construção do argumento científico, pois lançam mão de informações sobre ponto de fulgor do látex e a relação entre a capacidade térmica do ar e da água. Para os critérios teóricos podemos verificar que a explicação apresentada está relacionada com teorias referentes às propriedades térmicas dos materiais envolvidos (ar-látex e água-látex) e são adequadas para as situações observadas no experimento.

Por fim, no critério analítico os licenciandos realizaram uma interpretação consistente das evidências e uma associação adequada com as concepções teóricas apresentadas, pois, abandonaram a explicação inicial, baseada na explicação alternativa A, a qual dependia da expansão do balão pela expansão térmica do ar para ser válida. Para que a expansão ocorresse, outro procedimento deveria ter sido adotado, como por exemplo, deixar o balão em uma distância suficiente para receber o calor da vela sem afetar a sua integridade. Cabe salientar que os licenciandos utilizaram critérios teóricos para auxiliar na elaboração da fundamentação, momento no qual utilizaram a relação entre os calores específicos do ar e da água (Figura 20).

Figura 20 – Esquema que ilustra a explicação final elaborada pelo grupo A.

Ao relacionarmos a explicação final (Figura 20) com as ponderações apresentadas na partes I e II (Quadros 8 e 9), podemos constatar que os licenciandos conseguiram utilizar componentes de argumentos para elaboração da explicação final. Ao procederem dessa forma, os licenciandos conseguiram apresentar um argumento com características condizentes com as propostas pelo Modelo de Sampson e Blanchard (2012). Considerando o argumento científico apresentado (Figura 20) e as relações existentes entre as ponderações apresentadas (Quadros 8 e 9), consideramos que os licenciandos fizeram uso das evidências e, a partir das mesmas, elaboraram explicações para o fenômeno e avaliaram satisfatoriamente a explicação alternativa escolhida (alternativa B).

5.2.2 Grupo B

Para o grupo B adotamos o mesmo procedimento de análise utilizado para o grupo A. Assim, reapresentamos nos Quadros 10 e 11 as ponderações feitas pelos licenciandos durante a execução das partes I e II.

Quadro 10 – Síntese das ponderações realizadas pelos licenciandos do grupo B para a Parte I.

PARTE I		RESPOSTAS
Realização do procedimento experimental com os balões 1 (cheio de ar) e 2 (cheio de água)	Procedimento 1: Balão cheio de ar	<i>O fenômeno que explica tal experiência se encontra no assunto de termodinâmica. O balão 1 estoura mais rapidamente porque dentro do mesmo se encontra ar e suas moléculas são rapidamente aquecidas.</i>
	Procedimento 2: Balão cheio de água	<i>O balão 2 estoura mais devagar porque dentro do mesmo se encontra água e suas moléculas são aquecidas mais devagar, tendo assim um calor específico maior que o ar.</i>

Quadro 11 – Síntese das ponderações realizadas pelos licenciandos do grupo B para a Parte II.

PARTE II			RESPOSTAS
Escolha de uma explicação alternativa para os fenômenos observados nos balões 1 (cheio de ar) e 2 (cheio de água)	Observação 1	A	<i>Houve um aumento de temperatura nos dois casos, porém no balão com água, o aumento foi mais lento. A explicação 'A' explica em parte, porém, não é suficiente para tal procedimento.</i>
		B	<i>Sim. Devido à grande capacidade térmica da água, explicação 'B' é mais favorável.</i>
	Observação 2	A	<i>Explica, mas ainda não é suficiente para explicar tal fato. É importante que se leve em conta o calor específico do ar e da água.</i>
		B	<i>Explica de maneira mais favorável a explicação, tendo em vista que leva em consideração algumas propriedades termoquímicas da água.</i>
	Observação 3	A	<i>Não. Não encontramos uma explicação coerente para tal observação.</i>
		B	<i>Devido à espessura do balão, no caso 1 não houve condições de sentir o cheiro do látex. No balão 2, apesar do maior tempo de duração, na água absorvia o calor, não tendo como sentirmos o cheiro do látex.</i>

Ao solicitarmos que os licenciandos apresentassem uma explicação final para o fenômeno, avaliando qual das explicações alternativas fornecidas melhor justificava o observado, obtivemos a seguinte:

“Acreditamos que as duas explicações se complementam para explicar o experimento realizado, porém a explicação ‘B’ é melhor, de forma que a mesma visa explicitar propriedades tais como capacidade térmica e calor específico da água.”

No que se refere à explicação final, apresentada pelos licenciandos, podemos considerá-la cientificamente correta e aceitável, porém, diferentemente do grupo A, os licenciandos do grupo B acreditam que “a explicação A explica em parte, contudo, não é suficiente para tal procedimento”, demonstrando que embora as evidências teóricas referentes às propriedades da água, como por exemplo, capacidade térmica e calor específico, remetam a esse aumento de temperatura, algumas evidências não foram observadas na realização do procedimento, uma vez que, conforme mencionado anteriormente, o balão 1 estoura antes que ocorra qualquer aquecimento das moléculas de ar contidas no seu interior.

Ressaltamos que a adoção da explicação A não era apropriada nas condições em que o experimento foi executado, uma vez que o balão com ar estoura sem que ocorra expansão ou derretimento do látex. Assim, observamos que na explicação final os licenciandos não levaram em conta algumas evidências, concepções teóricas, assim como relações entre as evidências observadas e as concepções teóricas apresentadas, para rejeitar a explicação A e adotar somente a explicação B, viável nas condições realizadas pelo grupo.

Ainda como exposto na explicação final, foi possível observar que, embora os licenciandos tenham considerado as duas explicações alternativas para fundamentar a explicação final, escolheram a explicação alternativa B como a mais aceitável, reforçando a justificativa em termos da capacidade térmica da água. Pode-se verificar, portanto, que a explicação apresentada justifica em parte as evidências observadas, e essas não se relacionam ou não estão presentes na explicação final do grupo.

No que diz respeito aos critérios empíricos, os licenciandos não relacionaram a explicação com as evidências disponíveis. Ou seja, não deixaram claro que o ar dissipa calor muito lentamente, apresentando a propriedade de oferecer uma elevada resistência à transferência de calor proveniente da chama. Tal fato é evidenciado, pois o balão estoura sem expansão térmica, o que permite constatar que o látex atinge seu ponto de fulgor instantaneamente, sem queima e derretimento do balão. Mesmo que as evidências observáveis tenham sido suficientes e relevantes, os licenciandos não as descartaram na adoção da explicação A. Para os critérios teóricos, mesmo sabendo que a explicação A não é suficiente e que não apresenta os elementos observados durante o processo de aquecimento do balão (expansão térmica do ar), os licenciandos não demonstraram

que a mesma não é consistente com as propriedades térmicas dos gases, pois a energia adicionada não é suficiente para superar as forças que prendem uma molécula à outra, uma vez que o balão estoura instantaneamente. Com relação ao critério analítico, observamos que os licenciandos não avaliaram que a explicação A não apoia a conclusão apresentada por eles, uma vez que não se relaciona com as evidências e as concepções teóricas relativas às propriedades do calor específico, capacidade térmica e ponto de fulgor.

Figura 21 – Esquema que ilustra a explicação final elaborada pelo grupo B.

Embora os licenciandos julguem que as duas afirmações se complementam, demonstraram crer que a explicação B é a mais adequada. Porém, não conseguiram apresentar os elementos necessários, com base nos critérios empíricos, teóricos e analíticos para a utilização da explicação A na sua explicação final. Tal fato levou à construção de um argumento científico inconsistente, se levarmos em consideração critérios teóricos, resultando em uma explicação não fundamentada nas propriedades térmicas dos gases.

Cabe salientar que, diferentemente do grupo A, o grupo B não apresentou nenhuma evidência na construção da sua explicação final, ou seja, o argumento científico não apresenta um dos componentes essenciais para um bom argumento: as evidências (TOULMIN, 2001; SAMPSON; BLANCHARD, 2012; JIMENEZ ALEIXANDRE; BUSTAMANTE, 2003). Porém, se relacionarmos a explicação final (Figura 21) com as ponderações apresentadas nas partes I e II (Quadros 10 e 11), podemos constatar que foram apresentadas componentes que podem ser caracterizadas como “Evidência” durante a elaboração das ponderações, todavia, estas foram desconsideradas durante a elaboração da explicação final. Tais componentes, embora não estejam presentes na explicação final do grupo B, foram

importantes para apoiar a componente “Explicação: alternativas A e B” do argumento final (Figura 21).

Portanto, os licenciandos não conseguiram apresentar um argumento com as características propostas no Modelo de Sampson e Blanchard (2012). Segundo Kuhn, Kenyon e Reiser (2006), esse fato é comum entre os estudantes uma vez que encontram dificuldades em distinguir e coordenar as teorias e as evidências. Essa dificuldade afeta a capacidade dos alunos de se envolverem em um discurso argumentativo, no qual devem avaliar as relações entre as conclusões e os dados disponíveis.

Vale lembrar que aos estudantes foram oferecidas oportunidades de aproximação com a estrutura do argumento durante o processo de formação em argumentação, especialmente nas oficinas 3, 4 e 5, todas realizadas antes da oficina na qual os dados coletados no presente tópico foram coletados. Na oficina 3 (Estrutura do argumento, segundo o Modelo de Toulmin), aos licenciandos foi solicitado que opinassem sobre duas temáticas sociocientíficas relacionadas ao aquecimento global e à energia nuclear para que, em seguida, avaliassem a estrutura de seus argumentos. Na oficina 4 (Argumentação e reações químicas) os licenciandos foram orientados a escolher uma conclusão baseada em dados relacionados à velocidade de reações químicas. Na oficina 5 (Argumentação e textos de divulgação científica), os licenciandos debateram sobre o entendimento que tiveram a respeito das distinções entre dados e justificativas advindos de dois textos de divulgação científica relacionados, respectivamente, à quimioluminescência e ao estado líquido cristalino.

Ficou claro na explicação final que os licenciandos não conseguiram abandonar a explicação A, demonstrando dificuldades nas relações entre os conhecimentos prévios e científicos. De acordo com Costa (2008), argumentar cientificamente, envolve propor, sustentar, criticar e avaliar ideias, as quais podem conflitar com as percepções que os estudantes possuem sobre os conhecimentos científicos. Conforme afirma o autor, tal estratégia tem como objetivo tornar os estudantes capazes não só de constatar fatos e emitir hipóteses, mas também de, por meio das evidências, justificarem e defenderem as suas ideias quando confrontada com seus pares. Assim, os resultados observados para o grupo B demonstram que não se apropriaram de alguns dos componentes da argumentação científica.

Porém concordamos com Kuhn, Kenyon e Reiser (2006), que o uso de argumentos válidos não é consequência de uma capacidade inata, mas um hábito que se adquire na prática e por períodos de tempo mais longos. Assim, no caso do grupo B, acreditamos que se fosse dedicado mais tempo para a prática da argumentação científica, as dificuldades observadas poderiam ser reduzidas.

5.2.3 Grupo C

Para o grupo C adotamos o mesmo procedimento de análise utilizado para os grupos A e B. Assim, rerepresentamos nos Quadros 12 e 13 as ponderações feitas pelos licenciandos durante a execução das partes I e II.

Quadro 12 – Síntese das ponderações realizadas pelos licenciandos do grupo C para a Parte I.

PARTE I		RESPOSTAS
Realização do procedimento experimental com os balões 1 (cheio de ar) e 2 (cheio de água)	Procedimento 1: Balão cheio de ar	<i>Como as moléculas do ar encontram-se bastante afastadas e desordenadas, e por sua vez apresentam baixa densidade, a energia necessária para que ocorra expansão satisfatória gerada pelo aquecimento é mínimo, justificando a explosão quase que instantânea do balão.</i>
	Procedimento 2: Balão cheio de água	<i>Como as moléculas de água estão muito mais próximas uma das outras que as moléculas do ar, apresentando interações intermoleculares muito mais significativas, a quantidade de energia necessária para que haja uma expansão satisfatória é muito mais elevada que para o ar, o que explica a demora da explosão do balão cheio de água.</i>

Quadro 13 – Síntese das ponderações realizadas pelos licenciandos do grupo C para a Parte II.

PARTE II			RESPOSTAS
Escolha de uma explicação alternativa para os fenômenos observados nos balões 1 (cheio de ar) e 2 (cheio de água)	Observação 1	A	<i>Não, pois a observação 1 apesar de apresentar fatores como energia cinética, a explicação não é clara em envolver a variável energia diretamente com o aumento de temperatura.</i>
		B	<i>Sim, essa observação é bem clara ao falar da capacidade calorífica dos compostos em questão.</i>
	Observação 2	A	<i>Sim, pois na explicação A é correlacionado com a energia cinética e com o afastamento das moléculas, que gera a expansão e o rompimento do balão.</i>
		B	<i>Sim, pois a explicação B ressalta a capacidade da água de absorver energia, não permitindo que a energia rompa o balão.</i>
	Observação 3	A	<i>Sim, pois a causa da explosão apresentada por A, diz respeito a expansão, não correlacionando com a queima do látex.</i>
		B	<i>Não, segundo a explicação 'B', a um longo prazo sentiríamos o odor do látex.</i>

Após todas as ponderações, solicitamos que os licenciandos apresentassem uma explicação final para o fenômeno, avaliando qual das explicações alternativas fornecidas melhor justificava o observado. Para isso, obtivemos a seguinte resposta:

“A explicação ‘A’ explica melhor os acontecimentos. Vimos que um dos dados apresentados vai de encontro a proposição ‘B’. A explicação ‘A’ é bem justificada, não apresentando lacunas e ratificando os dados observados. Mas é válido lembrar que a explicação ‘B’ não é inválida, apenas não justifica plenamente um fato observado.”

De forma contrária ao grupo B, o grupo C considerou a alternativa A mais viável que a B. Ao considerarem que a explicação alternativa A não abre espaço para contestação (“bem justificada, não apresentando lacunas”) e que a alternativa B não justifica plenamente o que foi observado, os alunos tornam a explicação final cientificamente inaceitável e incorreta, uma vez que, para a elaboração da explicação, “fatores como energia cinética” não deveriam ser considerados a partir da forma como foi executado o experimento. Conforme apresentado na discussão do grupo B, a adoção da explicação A não era apropriada, pois o balão com ar estoura sem que ocorra expansão ou derretimento do látex, evidências que, se tivessem sido constatadas, validariam a explicação A.

Ainda que os licenciandos tenham julgado a explicação A a mais adequada, desconsiderando todas as ponderações desfavoráveis durante a realização da oficina, demonstraram acreditar que a explicação B não é inválida. Para tanto, os

licenciandos valorizaram critérios teóricos e desconsideraram evidências que seriam necessárias para sustentar a adoção da explicação A. Para os critérios empíricos podemos concluir que a explicação do grupo C não se relaciona com as evidências disponíveis, uma vez que não fica claro como o balão cheio de ar estoura sem a expansão térmica do ar.

Figura 22 – Esquema que ilustra a explicação final elaborada pelo grupo C.

Considerando a explicação final apresentada (Figura 22), entendemos que, de forma similar aos licenciandos do grupo B, os licenciandos do grupo C não conseguiram apresentar os elementos necessários, com base nas evidências, para a adoção da explicação A, na sua explicação final. Dessa forma, houve também a construção de um argumento científico inconsistente, se levarmos em conta concepções teóricas, tornando a explicação dos licenciandos não fundamentada com as propriedades térmicas dos gases.

Cabe salientar que o grupo C, assim como o grupo B, não apresentou nenhuma evidência para explicar sua explicação, ou seja, o argumento científico não apresenta um dos componentes essenciais para um bom argumento (TOULMIN, 2001; SAMPSON; BLANCHARD, 2012; JIMENEZ ALEIXANDRE; BUSTAMANTE, 2003). Porém, se adotarmos procedimento semelhante ao que foi utilizado para o grupo B, e relacionarmos a explicação final (Figura 22) com as ponderações apresentadas nas partes I e II (Quadros 12 e 13), podemos constatar que foram apresentadas componentes que podem ser caracterizadas como "Evidência" durante a elaboração das ponderações. Contudo, estas foram desconsideradas durante a elaboração da explicação final. Tais componentes, embora também não estejam presentes na explicação final do grupo C, foram importantes para apoiar a componente "Explicação: alternativas A e B" do argumento final.

Podemos concluir que os licenciandos não conseguiram apresentar um argumento com características propostas pelo Modelo de Sampson e Blanchard (2012). Verificamos que os licenciandos do grupo C também não conseguiram abandonar a explicação A. Porém, contrariamente ao grupo B, os licenciandos adotaram a explicação A como a mais adequada, demonstrando dificuldades de compreensão sobre as relações entre dados teóricos e empíricos. Isso demonstra que os estudantes não se apropriaram sobre o modo como funciona a argumentação científica, uma vez que não demonstraram compreensão sobre os aspectos que a compõem, não elaborando um argumento com estrutura e componentes adequados.

Kaya (2013) concluiu que o ensino baseado na argumentação é uma maneira eficaz para o ensino de conceitos em contextos de educação científica. Segundo o autor, esse contexto permite identificar as fontes de equívocos dos estudantes e alerta para a valorização da aprendizagem conceitual dos professores durante seu processo de formação. Assim para o grupo C, da mesma forma que discutido para o grupo B, consideramos que a prática da argumentação é uma capacidade própria de qualquer sujeito que, com a devida preparação e por períodos de tempos mais longos, as dificuldades encontradas podem ser sanadas (KUHN; KENYON; REISER, 2006).

Outro aspecto que necessita ser apontado, levantado no trabalho de Costa (2008), diz respeito à carência de conhecimentos prévios em matérias curriculares. Segundo o autor, essa deficiência no entendimento do conteúdo condiciona a capacidade dos estudantes para explicarem e justificarem, com fundamentação, as suas explicações. Os autores salientam que os estudantes sentem-se mais capazes de argumentar quando já possuem conhecimento dos conteúdos que estão sendo trabalhados. Alertam, ainda, que a aprendizagem simultânea de conteúdos programáticos e de capacidades argumentativas se revela como uma ação complexa, e tal fato corrobora os resultados encontrados na análise do grupo C, que apresentaram deficiências referentes à compreensão dos conteúdos conceituais abordados nas duas explicações alternativas.

5.3 Como os licenciandos valorizam a argumentação científica

Conforme mencionado anteriormente, após a etapa de preparação pedagógica com ênfase na argumentação, foi solicitado aos licenciandos que elaborassem projetos de regência para aplicação no ensino básico, os quais deveriam estimular a argumentação científica dos estudantes envolvidos.

Apresentamos a seguir os resultados obtidos da análise do trabalho de construção desses projetos e das considerações feitas pelos licenciandos durante entrevistas semiestruturadas.

Pretendemos, portanto, fazer ponderações a respeito dos objetivos e estratégias propostas pelos licenciandos em seus projetos para promover a argumentação em sala de aula, as razões por eles utilizadas na escolha de projetos que seriam, de fato, aplicados na escola e dos seus depoimentos prestados durante as entrevistas. Procuramos avaliar, a partir do resultado dessa análise, em que medida eles valorizaram a argumentação científica como uma alternativa para melhorar o ensino-aprendizagem de ciências.

Na data estipulada para a entrega do projeto escrito, os licenciandos expuseram oralmente seu planejamento, com posterior discussão pela turma encaminhada pelo docente. Em etapa subsequente ocorreu a seleção dos projetos pelos licenciandos para aplicação. Conforme já foi explicitado, esse processo de seleção se deu por meio do preenchimento de uma ficha avaliativa (APÊNDICE K), na qual cada licenciando deveria elencar os quatro projetos que, em sua opinião, apresentavam maior potencial em favorecer práticas argumentativas em sala de aula. Em decorrência disso, foram escolhidos para aplicação os quatro projetos mais citados pelos licenciandos. Assim, ao autor de cada projeto se uniram os licenciandos que possuíam mais afinidade com aquela temática. Aos grupos formados cabia, portanto, aperfeiçoar os projetos, preparar o material necessário e aplicá-los.

No semestre de aplicação da proposta havia 20 licenciandos matriculados, sendo que 13 participaram de todas as etapas da pesquisa. Com o intuito de compreendermos as escolhas relacionadas às temáticas e estratégias didáticas propostas por cada licenciando tanto no momento de planejamento de sua regência, como de execução, apresentamos na Tabela 5 algumas das principais informações sobre os 13 projetos elaborados, todos voltados para o ensino médio. Cabe salientar

que atribuímos nomes fictícios aos licenciandos, como forma de preservar a identidade dos participantes desta pesquisa.

Tabela 5 – Títulos dos projetos elaborados pelos licenciandos e carga horária prevista.

PROJETO	TÍTULO DO PROJETO	CARGA-HORÁRIA PREVISTA (H/A)	LICENCIANDO
1	Análise e conhecimento prévio das moléculas de hormônios presentes no corpo humano: “a química do amor”	4:00	Ana
2	A química nuclear na escola: energia nuclear	3:00	Caio
3	Acidez e alcalinidade nos alimentos	3:00	Inácio
4	Mostre-me teu lixo e eu te direi quem és	2:40	Carla
5	Bingo químico: ensino da tabela periódica	3:05	Mara
6	O ensino de polímeros por meio do tratamento de problemas autênticos	3:00	Marcos
7	Júri químico: argumentação e uso do “melhor modelo atômico”	5:00	Lúcia
8	A química da terra: análises de solo	3:40	Renato
9	Uso de atividade experimental envolvendo reações químicas na promoção da argumentação no ensino básico	6:00	Carlos
10	Males causados pelos metais pesados ao meio ambiente e ao homem	4:00	Márcia
11	Separação de pigmentos dos vegetais	2:35	Marina
12	Aprendizagem cooperativa e o ensino de ciências	3:30	Gabriela
13	Tu fumas, eu não fumo: nós fumamos	3:40	Helena

A partir da Tabela 5 é possível verificar as temáticas adotadas pelos licenciandos na elaboração de seus projetos, as quais nos permitem lançar um primeiro olhar sobre suas escolhas e apontar possíveis relações com o propósito em promover a argumentação. Podemos observar que dos 13 projetos, cinco fazem remissão a questões sociocientíficas (1, 3, 4, 10 e 13), quatro estão relacionados a questões científicas (2, 5, 8 e 11) e quatro dizem respeito a estratégias de ensino (6, 7, 9 e 12).

Cabe salientar que essa primeira classificação foi feita a partir das informações presentes no próprio título do projeto, as quais fornecem indicativos dos aspectos valorizados pelos licenciandos em sua construção. Por exemplo, dentre as temáticas concernentes a questões sociocientíficas, temos o projeto da licencianda Helena, intitulado “Tu fumas, eu não fumo: nós fumamos” (projeto 13), o qual traz o assunto a ser trabalhado em uma abordagem nitidamente sociocientífica, uma vez que trata de um hábito social, que é o consumo do cigarro, e as consequências para a saúde.

Em contrapartida, conforme apresentado anteriormente, em quatro dos 13 projetos o destaque esteve nas questões essencialmente científicas, como no projeto 8, proposto pelo licenciando Renato, de título “Química da terra: análises de solo”. Esse fato, porém, não indica que os projetos alocados nesta categoria não tenham potencial em fomentar habilidades argumentativas em sala de aula.

Com a leitura dos projetos e a identificação das estratégias e objetivos pretendidos, verificamos que alguns daqueles aparentemente voltados à discussão de questões exclusivamente científicas, também apresentaram o propósito de relacionar suas temáticas com aspectos sociais. Essa também foi uma constatação feita com a leitura de alguns projetos inicialmente identificados com temáticas voltadas às estratégias.

Ao conhecer os detalhes do Projeto 2 (A química nuclear na escola: energia nuclear), proposto pelo licenciando Caio e aparentemente voltado a um tema puramente científico, constatamos que as estratégias e objetivos pretendidos condizem com o tratamento desse assunto em uma perspectiva sociocientífica. Observamos que o licenciando planejou, dentre outras atividades, utilizar a estratégia de *role-play* associada ao debate sobre a divergência entre dois grandes grupos de países em relação ao desenvolvimento de um programa nuclear, no qual um grupo de alunos representava o papel dos países favoráveis e outro grupo de alunos representava o papel dos países contrários à questão.

Do mesmo modo, na leitura dos projetos inicialmente relacionados às estratégias planejadas, foi possível verificar sua relação com uma temática científica ou sociocientífica. Como exemplo tomamos o projeto 12 (Aprendizagem cooperativa e o ensino de ciências), de autoria da licencianda Gabriela, a qual propôs a discussão dos alunos em grupos cooperativos sobre diferentes teorias ácido-base. Logo, podemos verificar que o projeto proposto por Gabriela envolve a discussão de questões científicas.

Dessa forma, a partir da leitura aprofundada de todos os projetos foi possível redistribuí-los em relação à natureza de suas temáticas da seguinte forma: oito projetos estão relacionados a questões sociocientíficas (projetos 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 e 13) e cinco projetos tratam de questões científicas (projetos 5, 7, 9, 11 e 12). Algumas potencialidades de ambos os tipos de questão na promoção da argumentação em ambientes de ensino de ciências que se refletem nas escolhas

dos licenciandos e no processo de formação por eles vivenciado serão discutidas nos parágrafos que seguem.

De acordo com Simonneaux (2008), questões sociocientíficas são definidas como controversas, nas quais distintos pontos de vista competem, a partir de noções de diferentes áreas. Seu caráter controverso está exatamente na imprecisão das respostas para essas questões.

Nessa perspectiva, podemos sugerir que nesta categoria os licenciandos escolheram títulos que evidenciavam a relação entre o conhecimento científico com suas implicações sociais como forma de chamar a atenção dos estudantes para as atividades propostas nos projetos. Acreditamos que ao optarem por temas que representam questões sociocientíficas, os licenciandos buscaram estimular processos argumentativos, uma vez que o uso de situações não exclusivamente científicas pode colocar os estudantes envolvidos em um contexto histórico e social, no qual terão mais condições de discutir, atribuir sentido, adquirir compreensão e estabelecer juízos de valor sobre os assuntos em pauta. Na justificativa apresentada em seu projeto escrito (13), Helena demonstra essa compreensão, conforme indica o trecho a seguir:

[HELENA] *Aproximar o ensino de ciências da realidade social do aluno contribui para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa uma vez que adotamos essas metodologias, os estudantes lidam com problemas verdadeiros e para solucioná-los utilizam os conhecimentos construídos em sala de aula. Quando eles conseguem se apropriar dos conceitos científicos e relacioná-los com situações do seu cotidiano, tornam-se mais aptos a desenvolver a capacidade de argumentar.*

Nesse sentido, acreditamos que a escolha dessas temáticas pelos licenciandos refletem um indício de compreensão por parte deles sobre como favorecer a ocorrência da argumentação em sala de aula. De fato, Jiménez-Aleixandre e Agraso (2006) colocam que a natureza das questões influencia diretamente no envolvimento dos alunos e que, tão importante quanto o conhecimento conceitual são os valores. Ou seja, as dimensões científicas não bastam se não consideradas as implicações sociais e morais. Por exemplo, para discutir questões relativas à produção e consumo do cigarro (tema do projeto 13), seria necessário fazer uso de conhecimentos sobre a química do carbono, mas também avaliar seus prejuízos à saúde, considerar aspectos legais e contrastar a mídia que faz as propagandas de venda com a que condena seu uso.

Assim, de acordo com Jiménez-Aleixandre (2010), iniciativas voltadas à discussão de questões socioecientíficas têm o potencial de favorecer a prática da argumentação, uma vez que se tratam de dilemas ou controvérsias sociais fundamentadas em noções científicas, as quais envolverão não apenas a avaliação de evidências científicas, mas a forma como interpelam os envolvidos na discussão.

Por exemplo, Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2013), com o intuito de fomentar práticas argumentativas entre graduandos em química, desenvolveram uma proposta de ensino voltada ao tratamento de questões sociocientíficas. Para isso, os alunos participaram de debates nos quais apresentaram soluções para casos investigativos e argumentaram a favor de uma delas. Como resultado, os autores observaram a ocorrência de debates prolongados, permitindo aos alunos a tomada de decisões a partir do levantamento de hipóteses, justificação de pontos de vista, apresentação de prós e contras sobre determinadas situações. Os autores identificaram, ainda, a construção de argumentos de diferentes naturezas pelos alunos e o potencial da proposta para a aprendizagem de conteúdos tanto científicos como sociocientíficos.

Com relação às temáticas científicas, trabalhos reportados na literatura sugerem que a abordagem dessas questões pode contribuir com a argumentação na medida em que engajam os alunos em atividades que permitem que desenvolvam investigações, avaliem criticamente suas conclusões e as dos colegas, comuniquem seus resultados e influenciem a direção das discussões em sala de aula. Para Ibraim (2015), atividades desse tipo contribuem, naturalmente, para a criação de um ambiente argumentativo em sala de aula, pois, assim como os cientistas, os alunos podem ter a oportunidade de argumentar com seus colegas com a finalidade de convencê-los sobre a qualidade e a força de suas conclusões, ou de forma colaborativa, trabalhando com evidências, justificativas e ideias alternativas para o alcance de conclusões mais confiáveis.

A pesquisa desenvolvida por Velloso et al. (2009) traz um exemplo de trabalho com questões de caráter científico para o desenvolvimento da argumentação. Os autores fizeram uso de casos investigativos sobre corrosão na promoção da argumentação de graduandos em química. O estudo mostrou a eficiência da atividade na promoção e aperfeiçoamento das habilidades argumentativas dos alunos e no ensino-aprendizagem do tema científico em pauta.

Nesse sentido, com o intuito de fazer um breve paralelo entre as contribuições de questões científicas e sociocientíficas no fomento à argumentação, elencamos o trabalho de Braund et al. (2007). O autor realizou uma investigação sobre duas atividades, uma com enfoque em aspectos científicos, e a outra, sociocientíficos, em aulas de biologia. A atividade voltada a questões científicas envolveu os alunos em grupos em torno da argumentação a respeito da classificação de um organismo unicelular. Cada grupo teve acesso a evidências sobre características do organismo estudado e, a partir dessas informações, deveria classificá-lo. Posteriormente, os grupos defendiam suas posições durante uma discussão com a sala inteira. Na atividade sobre aspectos sociocientíficos, os alunos, também em pequenos grupos, foram incentivados a argumentar a respeito do tema Tráfico de Órgãos. Aos alunos foram distribuídos textos contendo estudo de casos a respeito do tema, que tinham a tarefa de listar as questões favoráveis e contrárias relacionadas ao tema. A atividade culminou em uma discussão com a turma inteira, com a defesa das posições de cada um dos grupos.

O autor constatou que a argumentação em contextos puramente científicos pode ser vista pelos professores como mais fácil de ser alcançada, em relação à argumentação sobre questões sociocientíficas, pois esta requer consciência de aspectos que extrapolam os fatores científicos e alcançam as diversas posições éticas e morais dos alunos. No entanto, defende que o valor da argumentação em contextos sócio-científicos está muito mais em sintonia com os objetivos do ensino no contexto dos alunos envolvidos na pesquisa.

Por conseguinte, oportunas são as colocações de Chiaro e Leitão (2005). Segundo os autores, várias perspectivas teóricas concordam que a percepção de uma ideia como discutível é a primeira condição para que ocorra a argumentação em torno dela. Dessa forma, com respeito ao discurso científico, os autores sugerem que, por não aceitar remodelações em função da argumentação de leigos, esse tipo de discurso não seria facilmente percebido pelas pessoas em geral como discutível. Esse fato, portanto, implica na redução da possibilidade de se gerar a argumentação em situações instrucionais, uma vez que os temas abordados, nesse contexto, fazem parte de conhecimento consolidado. No entanto, Sá (2010) defende que essa ideia não se sustenta se forem consideradas diversas pesquisas que abordam a argumentação em situações instrucionais com abordagem em questões científicas. Nos trabalhos elencados pelo autor, uma constatação frequente é que quando são

dadas oportunidades de os alunos argumentarem sobre questões científicas sua compreensão vai além da mera repetição.

Merece ainda discussão a influência das oficinas de formação em argumentação a que os licenciandos foram submetidos na opção por temáticas tanto científicas como sociocientíficas. Vale lembrar que cinco das sete oficinas foram realizadas em torno de uma temática científica ou sociocientífica. Em duas oficinas foi solicitado aos licenciandos que trabalhassem questões socio científicas, a partir das quais tiveram a oportunidade de construir argumentos, avaliar sua estrutura e defender os pontos de vista neles presentes. Em três oficinas o enfoque foi científico, nas quais os licenciandos puderam escolher conclusões baseadas em dados, diferenciar dados e justificativas e avaliar explicações.

É interessante observar que na literatura também são encontrados relatos do uso de temáticas científicas e sociocientíficas em ambientes de formação de professores para o estímulo à argumentação. Kaya (2013) trabalhou o conceito de equilíbrio químico por meio de práticas baseadas em argumentação na formação inicial de professores de ciências. Na oportunidade, os licenciandos foram instigados a participar das aulas ativamente e a construir argumentos sobre o conceito em questão. O autor concluiu que as práticas argumentativas tiveram um impacto positivo no processo de formação dos licenciandos. Assim, recomenda que os professores de ciências aprendam a ensinar a argumentação em contextos científicos, sendo o ambiente da formação inicial bastante apropriado no engajamento dos licenciandos em atividades baseadas nessa prática.

Com relação às questões de caráter socio científico, Robertshaw e Campbell (2013) investigaram argumentos por licenciandos a partir de um processo de formação voltado à compreensão de como a ciência interage com a sociedade e como essa relação poderia ser abordada pelos futuros professores com seus alunos. Os autores observaram contribuições significativas da proposta como forma de instruir os licenciandos a argumentarem.

Tendo em vista as discussões apresentadas consideramos válidas as escolhas das temáticas pelos licenciandos, tanto científicas como sociocientíficas, ambas consolidadas na literatura pertinente como favorecedoras da argumentação, tanto no ensino, como nos ambientes de formação de professores de ciências. Assim como também podemos sugerir o processo de formação em argumentação ao qual foram submetidos como preponderante nas escolhas dos temas de seus

projetos visando essa prática. Esse fato nos fornece um primeiro indício de como os licenciandos passaram a valorizar a argumentação como prática benéfica ao ensino de ciências.

Conforme mencionado anteriormente, na listagem das temáticas adotadas pelos licenciandos, apresentada na Tabela 5, é possível perceber que em quatro dos 13 projetos tiveram destaque as estratégias de ensino escolhidas para sua execução. Assim, nos projetos 6, 7, 9 e 12 foram tomadas como estratégias, respectivamente, o tratamento de problemas autênticos, o júri simulado, a experimentação e a aprendizagem cooperativa.

A partir da leitura dos projetos elaborados pelos licenciandos, verificamos uma maior variedade de estratégias propostas, relatadas em seus projetos de intervenção, cuja frequência encontra-se apresentada na Figura 23, com a indicação dos respectivos números dos projetos.

Figura 23 – Frequência das estratégias didáticas explicitadas pelos licenciandos nas apresentações orais e escritas dos projetos com a indicação dos números dos projetos relacionados.

É possível observar na Figura 23 a escolha de 17 estratégias de ensino diferentes distribuídas entre os 13 projetos, e que os licenciandos optaram por no mínimo duas estratégias. Percebemos também a escolha por outros licenciandos de três das quatro estratégias presentes nos títulos dos projetos: o tratamento de problemas autênticos foi proposto em mais dois dos 13 projetos (Projetos 8 e 10), a atividade experimental foi adotada como estratégia em mais quatro deles (Projetos 6, 8, 11 e 13) e a aprendizagem cooperativa em mais um (Projeto 9).

Verificamos a existência de estratégias comprovadamente promotoras da argumentação pela literatura. Sá e Queiroz (2011) em seu trabalho intitulado “Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro”, no qual discutiram a produção acadêmica brasileira sobre a argumentação no ensino de Ciências, a partir da investigação de trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e em revistas nacionais das áreas de Educação e Educação em Ciências, verificaram, a partir da classificação das pesquisas com relação ao foco temático, que 25 dos 43 trabalhos encontrados discutiam questões relacionadas ao emprego de estratégias promotoras da argumentação, sendo este o foco temático mais frequente. A leitura dos oito trabalhos voltados à categoria em pauta publicados nas revistas pesquisadas, os quais encontram-se indicados na revisão dos autores, nos permitiram identificar a utilização das seguintes estratégias na promoção da argumentação: atividades experimentais, debate, aula expositiva dialogada, grupos de discussão, estudo de casos investigativos e leitura e discussão de texto.

Portanto, podemos verificar que todas as estratégias promotoras da argumentação, apontadas nos trabalhos constantes na revisão de Sá e Queiroz (2011), foram escolhidos na construção dos projetos dos licenciandos envolvidos nesta pesquisa. Este fato corrobora a influência das oficinas de formação em argumentação oferecidas aos licenciandos.

Podemos sugerir que as escolhas dos licenciandos são resultantes da participação nas atividades de identificação e execução de estratégias pedagógicas voltadas à promoção da argumentação em sala de aula (Oficina 2), assim como nas demais oficinas, as quais foram projetadas tendo em vista o estímulo à construção de argumentos. Assim, os licenciandos foram inseridos em atividades de discussão em grupos, experimentação, leitura e discussão de textos e resolução de casos

investigativos, estratégias notadamente apontadas na literatura como favoráveis à ocorrência de argumentação e que se refletiram nas opções dos licenciandos.

A estratégia mais frequentemente citada pelos licenciandos foi a atividade aula expositiva (dialogada ou não), sendo incluídas no planejamento de 11 dos 13 licenciandos (Projetos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12 e 13). Podemos sugerir que os licenciandos consideraram que a escolha pela apresentação dos conteúdos por meio de aulas expositivas é uma forma que contribui com a ocorrência de argumentação, uma vez que fornece fundamentação e evidências na construção dos argumentos.

No que diz respeito a essa estratégia, podemos sugerir haver dois propósitos distintos com seu uso, a partir da distinção entre aula expositiva e aula expositiva dialogada. Acreditamos que a escolha por essa estratégia, em ambos os casos, reflete necessidade percebida pelos licenciandos em inserir os conteúdos científicos em suas intervenções. Entretanto, nas estratégias explicitadas como aulas expositivas dialogadas, podemos inferir que o objetivo também esteve voltado à interação entre os envolvidos de modo a favorecer a ocorrência de argumentação.

O trabalho de Cirino e Souza (2008) é um exemplo de uso dessa estratégia em que foram alcançados os dois propósitos apresentados. Os autores investigaram os discursos utilizados por alunos de ensino médio a respeito de conteúdos vinculados à química ambiental: o estudo do gás ozônio e os problemas relacionados à degradação de sua camada na atmosfera terrestre. Assim, as falas dos alunos durante as discussões conduzidas pelo professor nas aulas sobre as referidas temáticas foram o objeto de estudo do trabalho.

Foi verificado que os alunos apresentaram um perfil discursivo híbrido, com elementos cotidianos, didáticos, científicos e ambientalistas, porém, evidentemente marcado pelos aspectos científicos, com apropriação e uso de ideias e conceitos relacionados ao tema, além dos problemas ambientais decorrentes do fenômeno estudado. Foi observada, ainda, uma participação ativa dos alunos, mostrando que aulas desse tipo (interativas, dialógicas) constituem uma grande oportunidade para que os estudantes manifestem posicionamentos que, possivelmente, não apresentariam sem essas mediações do professor. Portanto, os resultados apontaram um nível de envolvimento discursivo entre os alunos em que se percebeu a apropriação da linguagem científica como ferramenta de argumentação acerca das questões ambientais.

Em seguida, destacamos as estratégias de trabalho em grupo (Projetos 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11 e 13) e aprendizagem cooperativa (Projetos 9 e 12), sendo esta última um tipo particular da primeira, as quais também foram escolhidas com frequência significativa entre os licenciandos, estando presentes em 11 dos 13 projetos. Conforme discutido anteriormente, o trabalho em grupo oferece um ambiente propício para a ocorrência de troca de ideias, o qual também pode favorecer a produção de argumentos. No que diz respeito a essa questão Costa (2008) coloca a relevância do trabalho em grupo no desenvolvimento da argumentação científica:

Em consequência, a aprendizagem da ciência como processo social e individual será necessariamente um processo dialógico, o que pressupõe várias pessoas em conversação – alunos, professor e especialistas nas matérias – e onde o binômio professor-aluno desempenhará um papel relevante. O envolvimento do estudante neste processo dialógico implica que ele “externalize” o seu pensamento e de uma forma natural e gradual o seu pensamento se movimente de um plano intrapsicológico e de uma argumentação retórica para um plano interpsicológico e uma argumentação dialógica mais consentânea com a metodologia conducente à construção do conhecimento científico. É esta função epistêmica da argumentação que é urgente fomentar e desenvolver nas aulas de ciências. Para isso há que se conquistar os estudantes para a prática das estratégias argumentativas (COSTA, 2008, p. 4).

Da mesma forma, merece também destaque o fato de alguns licenciandos proporem atividades sob os preceitos da aprendizagem cooperativa (projetos 9 e 12). A aprendizagem cooperativa é uma modalidade de trabalho em grupo e, segundo Teodoro, Cabral e Queiroz (2015), tem como característica essencial sua natureza social, pois os estudantes interagem e compartilham suas ideias melhorando sua compreensão individual e mútua. Dessa forma, podemos considerar que o contexto em que atividades em grupos cooperativos se desenvolvem é um espaço propício para a troca de ideias, o qual também pode favorecer a produção de argumentos.

Sobre esse aspecto Costa (2008) afirma que existem diversas investigações sobre aprendizagem das ciências que se ocupam de um tipo de argumentação que desempenha um papel fundamental na ciência, dado que esta avança não pela acumulação de fatos, mas por debate e argumentação:

Mesmo quando dois cientistas não estão de acordo, eles ainda partilham os valores comuns da ciência e ambos estão interessados nos mesmos objetivos. A argumentação na ciência não é oposição e agressividade; é uma forma de discussão colaborativa em que as duas partes estão a trabalhar em conjunto para resolver um problema em que ambos os lados esperam estar de acordo no fim da argumentação (COSTA, 2008, p.5).

Como exemplo, podemos citar o trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006). Partindo do princípio de que os professores precisam entender a proposta de ensinar por argumentação para assumirem uma postura de estímulo a essa prática, os autores desenvolveram um projeto com o intuito de dar suporte a professores sobre a prática da argumentação. Assim, como parte das atividades pertinentes ao objetivo do projeto, os professores participaram de oficinas sobre como trabalhar estratégias promotoras da argumentação em sala de aula, nas quais foram estimulados a utilizar discussões em pequenos grupos, engajar os alunos nas atividades e auxiliá-los a trabalhar suas ideias.

Merece também destaque a frequência com que a estratégia de discussão foi escolhida pelos licenciandos, tendo sido indicada em nove dos 13 projetos (Projetos 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12 e 13). Na leitura dos projetos observamos que as situações de discussão planejadas foram variáveis da seguinte forma: discussão em pequenos grupos ou na classe inteira e discussões com ou sem a participação do professor. Nesse contexto, o interesse observado entre os licenciandos em propiciar ambientes de discussão em suas aulas indica compreensão por parte deles sobre o que é relevante para o favorecimento da argumentação. De acordo com Simon et al. (2006), a argumentação se refere ao processo de agregação dos componentes de um argumento (conclusões, dados, justificativas e conhecimentos básicos), quando se proporciona aos estudantes atividades que requerem discussão e debate.

Capecchi, Carvalho e Silva (2001) investigaram as interações discursivas que favorecem a argumentação de alunos em aulas de física, avaliando, especialmente, os componentes de seus argumentos e os padrões discursivos observados nas intervenções do professor. Para tanto, os autores analisaram as interações entre alunos, entre si e com o professor, em uma aula sobre o funcionamento de um forno de microondas, a qual foi dividida em duas partes: na primeira os alunos em grupos buscaram consenso em relação às suas respostas iniciais para o problema em questão; na segunda houve a discussão entre professor e a turma inteira sobre suas conclusões a respeito do estudo.

Na análise da discussão entre os grupos de alunos, os autores observaram um nível elevado de argumentação, com presença de refutações, conhecimento básico e associações com o cotidiano. Na parte do diálogo entre toda a turma gerenciada pelo professor, observou-se que novas ideias foram acrescentadas, com os alunos apresentando suas próprias concepções e resgatando conhecimentos

básicos. Esse ambiente, segundo os autores, permitiu a construção de explicações para o fenômeno em discussão à luz de teorias anteriormente estudadas e para a construção de argumentos de qualidade.

Outra estratégia bastante presente nos projetos dos licenciandos foi a apresentação oral, tendo sido adotada em sete deles (Projetos 1, 3, 6, 8, 9, 10 e 12). Podemos sugerir que a opção por esse tipo de estratégia esteja no fato de que representa uma forma de o aluno expressar seu entendimento sobre determinado assunto e de permitir acesso ao professor e aos demais colegas às suas ideias. Para Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008) uma das formas de tornar público os raciocínios é por meio da linguagem escrita ou oral. Assim, ao explicitar seu raciocínio, o aluno poderá refletir sobre sua própria aprendizagem e dará oportunidade ao professor de compreender como ele está aprendendo o assunto. Logo, a argumentação pode fornecer aos alunos tal caminho.

É possível também verificar a escolha da experimentação como estratégia para a promoção da argumentação em cinco projetos (6, 8, 9, 11 e 13). Como exemplo de uso de atividades dessa natureza, Villani e Nascimento (2003) investigaram atividades nas quais os alunos tiveram a oportunidade de argumentar para produzir respostas a questões propostas com base em dados empíricos, obtidos por meio da realização de atividades experimentais. Os autores tomaram como pressuposto que as atividades experimentais favorecem uma linguagem comum entre os alunos e o conhecimento científico escolar, que vai sendo adquirida por eles na medida em que argumentam para adequar os significados atribuídos aos conceitos, leis, teorias e princípios científicos ao contexto do laboratório.

Na análise dos argumentos foi utilizado o Modelo de Toulmin (2001), para investigar os aspectos estruturais dos argumentos produzidos nas situações experimentais, especialmente a forma como os alunos relacionaram os dados obtidos nas situações experimentais com as conclusões, a partir de conceitos científicos. Os autores constataram que as atividades influenciaram diretamente a argumentação dos alunos, pois foram estimulados a utilizar argumentos mais adequados e completos, cuja estrutura se aproxima mais da estrutura dos argumentos científicos.

Galiazzi e Gonçalves (2004) chamam atenção para as atividades experimentais como um espaço privilegiado de ocorrência da argumentação. Neste caso, a construção de argumentos em sala de aula não é um processo isolado em

que o professor comenta o que os alunos explicitam, mas está inserido em um contexto dialógico de construção de conhecimento. Segundo os autores, discussões sobre os resultados de um fenômeno, em que a partir do observado os alunos utilizam suas teorias para argumentar, favorecem a estruturação dos resultados de maneira mais coerente com o discurso científico:

...pensamos que as atividades experimentais precisam proporcionar a discussão das teorias do grupo como modo de favorecer a construção de argumentos mais enriquecidos (...) Entendemos também a importância de envolver nesse diálogo outros interlocutores, teóricos e práticos, trazidos à sala de aula para validar os argumentos construídos no diálogo com o grupo. O diálogo permanente em sala de aula favorece entendimentos sobre o caráter social da ciência (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, p. 329).

De acordo com Sá (2010), dentre as estratégias comumente empregadas em propostas com abordagem sóciocientífica, duas se destacam nas pesquisas sobre argumentação: o debate e o *role-play*. A estratégia de *role-play* foi adotada nos projetos 2 e 7. De acordo com o autor, o *role-play* consiste numa atividade que inclui a atribuição de papéis a um ou mais membros de um pequeno grupo, de modo que uma determinada questão seja analisada sob diferentes pontos de vista. Nesse contexto, assim como Vieira, Melo e Bernardo (2014), consideramos que a estratégia de júri simulado assume as características de um tipo particular de *role-play*, cuja especificidade é que as pessoas engajadas devem ser separadas em grupos a favor, contra e juízes, em uma discussão sobre um determinado tópico ou questão.

Real e Menezes (2008) definem que a estratégia de júri simulado por si só propõe interatividade, pois os grupos de ataque e defesa são constituídos em forma de fórum, no qual cada aluno pode acompanhar os argumentos dos dois grupos e se posicionar. Sobre júri simulado, a licencianda Lúcia, autora do projeto que trouxe essa estratégia no título de seu projeto, apresentou a seguinte justificativa:

[LÚCIA] O desenvolvimento da atividade do júri simulado tem como justificativa estimular o interesse e o pensamento dos alunos quanto ao tema em questão (modelos atômicos), de ajudá-los a desenvolverem as habilidades de argumentação, análise e crítica, e de se permitir, entre os mesmos, a socialização de ideias e concepções.

Como exemplo apresentamos o relato de Silva, Silva e Santos (2013). Os autores analisaram a influência das intervenções de uma professora em uma atividade de representação de papéis (*role-play*), segundo o tema agricultura sustentável, na ocorrência de argumentação dos alunos. Os autores investigaram

especificamente as interações discursivas que favoreciam o desenvolvimento de habilidades argumentativas dos alunos, por eles denominadas como ações pró-argumentação. Para análise dos argumentos foram adotados o Modelo de Toulmin (2001) e a categorização proposta por Simonneaux (2008).

Os autores observaram que a atividade de *role-play* contribuiu para estimular a participação mais ativa dos alunos e apontaram a importância das ações pró-argumentação da professora para a promoção de habilidades argumentativas dos educandos. Nessa perspectiva, ressaltaram a importância de planejar e trabalhar com estratégias adequadas à discussão de temas de natureza controversa, pois além de contribuírem para o desenvolvimento de habilidades argumentativas, também podem favorecer o desenvolvimento cognitivo dos educandos.

É também digna de nota a escolha em três projetos (Projetos 2, 4, e 10) da estratégia de debate. A adoção de tal estratégia não é surpreendente, uma vez que, conforme discutido anteriormente, por sua própria natureza, contribui com a ocorrência da argumentação. De acordo com Chiaro e Leitão (2005, p.350), “o debate tem como foco central a argumentação, a qual se realiza pela justificação de pontos de vista e consideração de perspectivas contrárias”.

De fato, segundo Freitas et al. (2006), o desenvolvimento da argumentação é considerado um aspecto fundamental da educação em ciência. De acordo com os autores o cidadão deve pronunciar-se de forma fundamentada e crítica sobre situações/problemáticas envolvendo dimensões científicas e tecnológicas complexas e, frequentemente, controversas em virtude das suas inúmeras implicações sociais. Logo para o autor é importante que os sujeitos se envolvam ativamente em experiências educativas dialógicas como a discussão e o debate.

De acordo com Simonneaux (2008), o conhecimento pode ser desenvolvido pela ocorrência de trocas verbais em situações de debates, e, portanto, se os alunos estão envolvidos em atividade desse tipo, este envolvimento pode conduzir à construção individual do conhecimento por parte de cada um deles. Segundo o autor, o debate se destina a capacitá-los a desenvolver o conhecimento de forma conjunta. Ou seja, o encaminhamento do debate não depende exclusivamente de conhecimentos adquiridos anteriormente, mas também daqueles que serão construídos no processo.

Semelhantemente, destacamos a escolha do tratamento de problemas autênticos como forma de fomentar a argumentação no processo de ensino-

aprendizagem (projetos 6, 8, e 10). É relevante aqui discutir as distinções entre exercícios (problema escolar) e problemas verdadeiros. De acordo com Santos, Mortimer e Scott (2001), para a solução de um problema escolar tem-se uma definição completa do mesmo, espera-se um resultado único e a solução é avaliada como certa ou errada. Já a solução de problemas autênticos, os quais requerem uma tomada de decisão de problemas concretos do cidadão, é feita a partir de uma questão não completamente definida, cujo resultado pode gerar várias alternativas múltiplas e cuja solução é tomada por meio de discussões, sendo avaliada pela análise de custos/benefícios.

Nessa perspectiva, a proposição de problemas autênticos tem sido recomendada como forma de estimular a argumentação no ensino de ciências. Segundo Costa (2008), é necessário que sejam proporcionadas situações a partir das quais as matérias programáticas tenham para os alunos uma significação que se interliga e dá sentido às suas vidas reais. Assim, as estruturas conceituais dos estudantes se tornarão cada vez mais elaboradas. Jiménez-Aleixandre (1998) defende que a argumentação se põe em prática em aulas de ciências quando se propõe aos estudantes a resolução de problemas autênticos ou quando lhes são dadas oportunidades de discussão de problemas relevantes.

Como exemplo, Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2015) discutiram o uso de questões sociocientíficas para promover habilidades argumentativas em um curso de extensão para graduandos em ciências biológicas. Para tanto, lançaram mão de modelos de análise de argumentação para avaliar o conteúdo e a estrutura dos argumentos desenvolvidos pelos estudantes. Os resultados indicaram que as questões trabalhadas favoreceram a aprendizagem e a prática das bases da argumentação. Contudo, os autores observaram limitações quanto à qualidade dos argumentos. Logo, sugeriram a necessidade de maior investimento em estratégias de ensino que apliquem o conhecimento científico em problemas sociais, bem como da valorização do ensino explícito com bases na argumentação.

Foi também uma estratégia frequentemente proposta pelos licenciandos em seus projetos o incentivo à tempestade de ideias, tendo sido mencionada em cinco dos 13 projetos (Projetos 3, 9, 11, 12 e 13). Consideramos que, com a escolha por essa estratégia, os licenciandos buscaram tomar conhecimento sobre as ideias prévias dos estudantes para, assim, direcionarem suas atividades. Podemos supor que essa negociação de significados é necessária para que o professor, ao tomar

conhecimento de tais informações, possa instigar os alunos a fazer uso adequado das evidências e propor explicações válidas na produção de argumentos voltados ao objeto de estudo. Corrobora nossa sugestão o depoimento da licencianda Helena, autora do projeto 13, de título “Tu fumas, eu não fumo: nós fumamos”, quando questionada sobre as funções que a estratégia escolhida por ela deveria assumir em sua intervenção:

[HELENA] *A função (da tempestade de ideias) era saber quais conhecimentos prévios que eles tinham e obter mais conhecimento com a forma como foi aplicado, os vídeos, texto e ter um conhecimento da química em si e argumentar sobre aquilo, porque era um assunto do cotidiano, uma coisa que eles já conheciam, então essa era a função, além deles argumentarem, obter os conhecimentos científicos, digamos assim, da própria química aplicada, nesses assuntos do cotidiano que a gente vê muito, mas às vezes não sabe.*

Em pesquisas concernentes à inserção da argumentação na formação de professores de ciências é possível verificar a adoção de algumas das estratégias até aqui discutidas no desenvolvimento dessa prática entre os envolvidos. Como exemplo de uso dessas estratégias temos os trabalhos que investigaram a eficácia do fomento às discussões entre os participantes, seja de natureza científica (SARACALOGLU; AKTAMIS; DALIOGLU, 2011; KAYA, 2013; CETIN, 2014) ou sociocientífica (AYDENIZ; GURÇAY, 2013; ROBERTSHAW; CAMPBELL, 2013), atividades experimentais (LAWSON, 2002; OZDEM et al., 2013), atividades em pequenos grupos, debates e apresentações orais (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; SADLER, 2006). Nessa perspectiva, as ações empreendidas nos referidos trabalhos evidenciam sua sincronia entre o que tem sido proposto para o fomento à argumentação entre a literatura pertinente e as propostas dos licenciandos

Em suma, consideramos que todos os projetos dos licenciandos atenderam à nossa solicitação de propor atividades de ensino promotoras da argumentação. Concordamos com Costa (2008), quando defende que a motivação para argumentar corresponde, efetivamente, a uma necessidade sentida pelos alunos. Assim, propostas de tarefas de aprendizagem relevantes para a vida dos estudantes, acesso a objetos de evidência contraditórias e oportunidades de reflexão são metodologias a serem consideradas.

Na Figura 24 encontram-se listados os principais objetivos explicitados pelos licenciandos em seus projetos de intervenção, assim como na apresentação oral relativa ao projeto, com as respectivas frequências com as quais foram citados.

Figura 24 – Frequência dos principais objetivos explicitados pelos licenciandos nas apresentações orais e escritas dos projetos.

A partir da Figura 24 é possível verificar a escolha de nove objetivos diferentes pelos licenciandos, tendo cada licenciando elencado pelo menos dois objetivos. Dentre os objetivos adotados, consideramos que cinco deles estão mais evidentemente associados à prática da argumentação, por serem mais frequentemente discutidos em trabalhos reportados pela literatura relacionada. São eles: promover a argumentação (como a própria expressão demonstra), favorecer a aprendizagem de conceitos, desenvolver o senso crítico, estimular a capacidade de tomada de decisão e propiciar visões adequadas sobre a natureza da ciência.

Os objetivos mais comumente relatados pelos licenciandos em seus projetos foram promover a argumentação e favorecer a aprendizagem de conceitos, ambos mencionados por 11 dos 13 licenciandos. A opção pelo primeiro não é surpreendente, uma vez que a argumentação foi a condição base colocada aos

licenciandos na elaboração de seus projetos, sendo este um propósito explícito nos projetos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12 e 13. Embora esse objetivo não estivesse evidente nos demais projetos (9 e 11), este fato não indica que não houve a finalidade de promover a argumentação. Acreditamos que os autores desses projetos compreenderam que seria possível propiciar processos argumentativos em consequência das ações por eles planejadas.

Não obstante a obviedade dos resultados relacionados ao objetivo de promover a argumentação, faz-se importante destacar a relevância desse objetivo nos projetos dos licenciandos. Conforme discutido, diversos autores têm defendido o uso de uma abordagem fundamentada na argumentação. Jiménez-Aleixandre (2010) aponta três competências que podem ser desenvolvidas no ensino de ciências pautado em argumentação: aprender a aprender, pensamento crítico e aculturação científica.

De acordo com a autora, a argumentação pode favorecer a competência de aprender a aprender por oferecer ao aluno a oportunidade de demonstrar seu raciocínio e regular seu processo de aprendizagem. Para isso, precisa justificar afirmações sustentando-as em evidências, o que pode favorecer a sua compreensão sobre o conhecimento. A argumentação pode também contribuir com o desenvolvimento do pensamento crítico, pois, este está associado à estruturação do argumento e à avaliação de sua consistência. Ou seja, segundo Jiménez-Aleixandre (2010), é possível compreender o pensamento crítico como um argumento sustentado na avaliação de evidências. Por último, a argumentação favorece a aculturação científica por ser atividade essencial no desenvolvimento da ciência, primeiro porque os conhecimentos são produzidos a partir da avaliação de evidências com base em aspectos conceituais, segundo porque esse conhecimento é provisório, isto é, passível de ser modificado por novas evidências.

Assim, consideramos válida a oportunidade dada aos licenciandos de proporem projetos de ensino voltados ao propósito de promover a argumentação. Acreditamos que essa experiência poderá contribuir para que reconheçam a argumentação como forma de favorecer o desenvolvimento de competências relevantes em seus alunos, as quais, segundo Jiménez-Aleixandre (2010), contribuirão para formar sujeitos que aprenderão ao longo da vida de forma autônoma.

Frequente também foi a menção nos projetos do objetivo “favorecer a aprendizagem de conceitos”, opção de 11 dos 13 licenciandos (projetos 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13). Nos depoimentos prestados nas entrevistas semiestruturadas, alguns licenciandos se referiram a esse aspecto como objetivo relevante na elaboração e preparação de projetos de intervenção favorecedores da argumentação, conforme apresentamos a seguir.

[CARLA] *Passar o conteúdo, que era o conteúdo de transformação química, ajudou muito porque os meninos eram, dizia que eles eram, estavam mais preparados, já sabiam do conteúdo, já tinham estudado, então foi mais um reforço para eles, a questão de passar o conteúdo foi uma coisa que deu certo.*

[MARINA] *Os alunos terem conhecimento de determinado assunto, aprender sobre ele, pra depois poder, o objetivo principal era os alunos aprenderem a argumentar. Eu teria que criar uma forma deles aprenderem aquele determinado assunto para depois eles poderem argumentar, aí eu iria fazer através de perguntas, eu acho que eu coloquei aí no projeto, para ter um diagnóstico para saber se realmente eles conseguiram aprender.*

[LÚCIA] *Busca de informações para que eles tivessem condições de argumentar e defender ou questionar determinado modelo atômico, para mim foi isso, eles teriam que buscar informações cada vez mais para poder defender o que eles acreditavam que era certo ou errado.*

Ficou aparente nos depoimentos prestados por alguns licenciandos durante as entrevistas que promover a compreensão de conceitos é fator essencial para que ocorra a argumentação em sala de aula. A compreensão dessa relação pelos licenciandos também ficou evidenciada no fato de que esses dois objetivos foram coincidentes em 9 projetos (1, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12 e 13).

De fato, segundo Sampson e Blanchard (2012), a argumentação científica é uma construção de conhecimento em que os indivíduos procuram estabelecer ou validar uma conclusão, explicação ou conjectura com base em razões, as quais são fundamentadas por conceitos. De acordo com Sadler e Zeidler (2005), parece ser intuitivo que as pessoas precisam ter uma compreensão do problema, a fim de tomar decisões. Nesse sentido, é razoável sugerir que estudantes com conhecimentos conceituais mais sólidos demonstram raciocínio de maior qualidade.

Como exemplo de uma investigação sobre a influência das práticas argumentativas na aprendizagem de conceitos temos o trabalho de Sampson et al. (2013). Os autores investigaram a relação entre argumentos escritos e a aprendizagem conceitual de estudantes ao longo de uma instrução baseada no ensino por argumentação. Os resultados indicaram evolução no entendimento

conceitual dos alunos e na habilidade de usar esses conceitos para explicar os fenômenos estudados. Os autores atribuíram esses resultados às oportunidades que os alunos tiveram de construir argumentos.

Ibraim (2015) coloca que em situações argumentativas os alunos tendem a melhorar seus argumentos por meio da avaliação da qualidade das justificativas e da validade dos dados. Esse processo de regulação, portanto, produz um impacto na aprendizagem conceitual do aluno.

A partir da Figura 23 é possível também observar que seis dos 13 licenciandos tiveram a finalidade de desenvolver o senso crítico com a realização de seus projetos (2, 4, 6, 7, 10 e 12). Nos relatos prestados por alguns licenciandos nas entrevistas, quando questionados sobre os principais objetivos delineados em seus projetos, é possível perceber compreensão por parte deles sobre as relações entre argumentação e desenvolvimento de senso crítico :

[CAIO] ... fazer com que eles entendessem aquilo que ali estava sendo ministrado. Mas não somente entendessem, mas levassem eles a questionar, meu objetivo não era só jogar, mas também fazer que aquilo que eu jogasse refletisse: mas por que? Para que isso aí? Por que que isso tá aí? Para fazer com que eles questionassem, ou seja (...) eu queria receber deles a participação, o principal objetivo na estratégia foi incentivá-los também a se perguntar, a ter um ponto de vista, saber argumentar...

[CARLOS] A função era desenvolver um experimento básico que não fosse tão complexo, que fizesse os alunos pensarem um pouco sobre o que estava acontecendo, e na dúvida, começarem a questionar uns aos outros, os amigos, até mesmo o professor sobre ideias do que acontecia (...) para poderem argumentar sobre e acabar reunindo informações suficientes para resolver o problema deles.

Ser capaz de combinar justificativas de diferentes campos contribui, pois, para o desenvolvimento da capacidade crítica, aspecto inerente à prática da argumentação. Segundo Costa (2008), é objetivo fundamental do ensino da argumentação que os estudantes adquiram competências para defender e justificar as suas ideias e opiniões, e que se tornem capazes de compreender, diferenciar e confrontar as ideias e opiniões próprias com as dos outros. Jiménez-Aleixandre e Puig (2010) colocam que, além da dimensão da argumentação, o pensamento crítico está relacionado à formação para a cidadania, uma vez que está associado à formação de opinião independente, permitindo o questionamento por meio da avaliação dos argumentos.

Observamos também que em três dos 13 projetos foi explicitado o objetivo de estimular a capacidade de tomada de decisão (projetos 3, 4 e 13). De acordo

com Kortland (1996), esta pode ser compreendida como a maneira racional de escolha entre meios alternativos de ação (relativas às questões sociais ou públicas), que requerem um julgamento em termos de seus valores.

Assim, concordamos com Ibraim (2015) ao considerarmos que o ensino por argumentação tende a favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico por permitir ao aluno analisar as evidências disponíveis e discutir questões controversas que contribuem para a tomada de decisão.

Também merece destaque o objetivo de propiciar visões adequadas sobre a natureza da ciência, elencado em dois projetos (7 e 12). De acordo com Jiménez-Aleixandre e Agraso (2006), isso leva a considerar o contexto social da ciência, superando a imagem de uma ciência neutra para outra condicionada à sociedade em que se desenvolve. A seguir apresentamos relatos dos licenciandos fornecidos nas entrevistas que trazem razões para tal.

[RENATO] *A sociedade ainda tem a visão que o cientista é aquele cara que está trancado no laboratório, alheio ao mundo, que não sabe o que se passa, além do tubo de ensaio dele. A ideia era exatamente essa: pegar coisas que estão no dia-a-dia que você passa, pisa em cima e não se dá conta. Trabalhar com solo, areia, pegar areia do quintal da casa de alguém e fazer, e está ali a química. Com certeza quando ele fosse no quintal dele, não iria ver só um monte de terra, iria ver algo que seria propício ao conhecimento dele e isso marca a pessoa.*

[GABRIELA] *Eu acreditava que seu eu trouxesse algumas teorias que eles não veem na escola, que também não vi, eles poderiam assim, tipo se questionar, porque que não é colocado. Por que não é ensinado, aí tem algumas teorias que são até, são erradas mas para o pensamento da época era até interessante para eles argumentarem no contexto histórico, no momento que a ciência se desenvolveu também é importante. Aí eu imaginei que eles poderiam assim, até ver com outros olhos e pensar mais, que a ciência é importante, que eles têm dificuldade, acham que não vão usar, mas usam a todo tempo, para assim eles verem a ciência com outros olhos...*

Portanto, consideramos que o fato de os licenciandos demonstrarem preocupação com relação a esse aspecto reflete compreensão sobre relações entre os propósitos da argumentação e iniciativas em proporcionar compreensão sobre a natureza da ciência. Conforme apresentado anteriormente, uma das contribuições da argumentação é contribuir para a apropriação de práticas científicas (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010). Logo, engajar os alunos em situações argumentativas significa envolvê-los em atividades voltadas para o desenvolvimento de investigações, avaliação crítica de conclusões e comunicação de resultados, o que permitirá compreender como a ciência funciona.

Constatamos também que os licenciandos elencaram objetivos que aparentemente não indicam relação direta com a argumentação, os quais envolvem desenvolver a capacidade de trabalho em grupo, incentivar a interação aluno-aluno e professor-aluno, compreender relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) e desenvolver habilidades de comunicação. Entretanto, há trabalhos reportados na literatura que corroboram as escolhas dos licenciandos e nos permitem vislumbrar as relações desses objetivos com a argumentação.

Um objetivo frequentemente apontado pelos licenciandos foi desenvolver a capacidade de trabalho em grupo, presente em oito projetos (2, 4, 5, 8, 9, 11, 12 e 13). De modo semelhante, em dois projetos (1 e 9) foi apresentado o propósito de incentivar interação aluno-aluno e professor-aluno. Podemos sugerir, conforme foi discutido anteriormente sobre a estratégia de trabalho em grupo, que esse fato reflete uma compreensão por parte dos licenciandos de que essa estratégia proporciona um ambiente favorável à ocorrência de discussões, exposição e contraposição de ideias e, conseqüentemente, construção de argumentos.

De fato, se observarmos trabalhos reportados na literatura que investigam situações em que se busca promover a argumentação, em grande parte delas, poderemos perceber que as discussões são desencadeadas em pequenos grupos (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 1998; BRAUND et al., 2007; ZEMBAUL-SAUL, 2009; SAMPSON et al., 2013).

Dumrauf e Cordeiro (2005) identificaram as estratégias utilizadas por um docente para promover a argumentação com pequenos grupos de estudantes ao ensinar o tema Termodinâmica. As atividades envolveram, dentre outras estratégias, discussões em pequenos grupos sobre situações problemáticas que envolviam os conceitos estudados. Os autores observaram resultados positivos resultantes da intervenção, especialmente com relação à compreensão dos conceitos relacionados ao tema trabalhado.

É possível também perceber, a partir da Figura 23, a menção em três projetos do objetivo de compreender relações CTSA. Embora as perspectivas de ensino na abordagem CTSA e na argumentação possuam finalidades específicas, podemos considerar que se aproximam na medida em que permitem relacionar diferentes campos de conhecimento, não rejeitando as relações tecnológicas e as implicações sociais e ambientais ligadas às questões científicas discutidas. Do mesmo modo, considerando que um dos objetivos principais do ensino em uma

perspectiva CTS é estimular a capacidade de tomada de decisão (SANTOS; SCHNETZLER, 2003), acreditamos que projetos de intervenção voltados à promoção da argumentação podem favorecer tal aspecto, uma vez que permitem o desenvolvimento de pontos de vista, avaliação de alternativas etc.

Como exemplo, Assis e Teixeira (2009) investigaram a interação entre professor e alunos mediante a utilização de um texto paradigmático em aulas de física, especialmente a discussão de uma temática voltada à articulação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Assim, os autores identificaram categorias referentes às argumentações discentes e docente provenientes de discussões sobre o problema do efeito estufa, do buraco na camada de ozônio e da escassez da água. Os autores consideraram que a postura do professor privilegiou espaços de discussões e viabilizou que os estudantes estabelecessem relações entre os conhecimentos científicos e a sua realidade, bem como a articulação entre os conteúdos científicos e os aspectos sociais, culturais, ambientais e tecnológicos.

De acordo com Freitas et al. (2006), em uma sociedade democrática os cidadãos são chamados a pronunciarem-se de forma fundamentada e crítica sobre situações/problemáticas envolvendo dimensões científicas e tecnológicas complexas e, frequentemente, controversas em virtude das suas inúmeras implicações sociais. Por conseguinte, as considerações apresentadas nos permitem sugerir que a prática da argumentação pode fornecer ambiente propício para a compreensão de relações CTSA.

É também digna de nota a finalidade de desenvolver a capacidade de comunicação por meio de projetos de ensino voltados à argumentação, evidenciada no projeto 12. Com relação a esse aspecto, Soares (2004) pondera que ao sujeito não cabe apenas saber ler e escrever, mas fazer uso da prática social de leitura, ou seja, além de ler, ser capaz de compreender o significado de notícias de jornais, avisos, correspondências, de escrever cartas e recados. Ademais, acreditamos que ao ser submetido a situações em que precisará argumentar cientificamente, o estudante se aproximará também da linguagem científica, da qual fará uso para construir suas explicações.

Diante desse fato, oportuna é a colocação de Costa (2008) quando coloca que o ensino de ciências não é unicamente um processo de construção individual, uma vez que o conhecimento científico não é algo que o estudante possa descobrir por ele próprio. Ou seja, o aluno precisa ter acesso à linguagem científica apropriada

para que posteriormente possa argumentar com eficiência, na medida em que a aprendizagem das ciências implica que os estudantes sejam introduzidos numa nova forma de discurso por meio da qual terão acesso aos conceitos, aos símbolos e às convenções da comunidade científica.

Nessa perspectiva, Villani e Nascimento (2003) apontam que professor e alunos precisam estar sintonizados em um mesmo canal de comunicação para produzir significados comuns para os diversos conceitos, leis, teorias e princípios que compõem o conhecimento científico escolar. Isto implica a utilização de uma linguagem que deve ser compartilhada por todos os sujeitos que participam do processo de ensino-aprendizagem para promover a aquisição desse conhecimento. Para tanto, os autores defendem a argumentação como um indicador da utilização da linguagem mediadora entre os conhecimentos científico escolar e cotidiano.

Por fim, acreditamos também que o formato de algumas das oficinas de formação em argumentação tenha também influenciado no delineamento dos objetivos apresentados nos projetos elaborados pelos licenciandos. Nas oficinas voltadas à discussão de aspectos sociocientíficos os licenciandos foram instigados a trocar ideias em pequenos grupos e, a partir da avaliação das questões propostas, exercitar o senso crítico e a capacidade de tomada de decisão, assim como discutir as implicações sociais pertinentes. Nos momentos direcionados à discussão de questões científicas, os licenciandos foram estimulados a tratar conceitos científicos por meio da identificação de evidências e construção de justificativas para os fenômenos, a fim de obterem conclusões para as situações estudadas. Tais atividades se constituíram oportunidades de os licenciandos compreenderem conceitos e se familiarizarem com aspectos da prática científica. Assim, podemos sugerir que os objetivos subjacentes ao propósito de formar os licenciandos em argumentação podem ter contribuído no traçado de seus projetos de intervenção voltados a práticas argumentativas.

Conforme explicitado no início deste tópico, após a apresentação dos projetos ocorreu a seleção pelos licenciandos de quatro deles para aplicação. Vale lembrar que esse processo de seleção se deu por meio do preenchimento de uma ficha avaliativa (APÊNDICE K), na qual cada licenciando deveria elencar os quatro projetos que, em sua opinião, apresentavam maior potencial em favorecer práticas argumentativas em sala de aula, com as respectivas razões. Com relação a esse processo de escolha, apresentamos na Figura 25, a seguir, as razões mais

apontadas pelos licenciandos e a frequência com a qual foram mencionadas por eles nas fichas avaliativas em percentual.

Figura 25 – Percentual das razões apontadas pelos licenciandos na escolha dos projetos voltados ao fomento da argumentação para aplicação nas escolas.

É possível verificar, a partir da análise da Figura 25, que as razões apontadas pelos licenciandos são condizentes com as estratégias e objetivos por eles indicados na construção de seus projetos. A justificativa mais citada pelos licenciandos foi a relação do tema dos projetos com o cotidiano dos alunos, correspondente a 35,1% das razões apresentadas. Parece claro, portanto, que para os licenciandos ficou compreendido que para fomentar a argumentação é necessário atribuir sentido aos temas a serem trabalhados, de forma a instigar os alunos a discernirem sobre a questão. Em seus relatos nas fichas avaliativas foi possível verificar a pertinência demonstrada por eles da relação com o cotidiano na promoção da argumentação:

[HELENA] *A realização dessa oficina tem como objetivo alertar aos jovens sobre o uso do cigarro, desenvolvendo as habilidades argumentativas dos alunos diante dessa interação com o cotidiano, introduzindo os conceitos químicos.*

[CAIO] *Aliar o que se aprende em química com o cotidiano dos alunos favorece, além do aprendizado, a argumentação.*

Em seguida a razão mais frequentemente citada foi a possibilidade de propiciar exposição/contraposição de ideias (16,5%), assim como a problematização do tema (7,2%), justificativa que podemos considerar semelhante à primeira. Estes critérios foram, por muitas vezes, utilizados para justificar a escolha de projetos em que a natureza do tema era polêmica e/ou quando a estratégia escolhida foi um debate, conforme ilustram alguns trechos presentes nas fichas avaliativas a seguir:

[MARCOS] *O tema é pouco estudado nas escolas, tem importância fundamental na formação dos cidadãos, por ser polêmico pode gerar boas discussões (favorecendo a argumentação).*

[LÚCIA] *O tema em questão é muito polêmico e o ensino de radioatividade é pouco abordado. Acredito que o desenvolvimento do projeto irá promover um melhor entendimento do assunto já que os alunos irão defender seus pontos de vista em um debate.*

[MARINA] *Por ser um projeto baseado na metodologia do debate, ajuda na argumentação efetiva dos alunos, e por ser assunto que está em constante contato com os alunos.*

Verificamos também que os licenciandos justificaram suas escolhas em torno da possibilidade de as atividades propostas nos projetos eleitos favorecerem a discussão e a compreensão de conceitos (15,5%), fato concordante com os objetivos e estratégias delineados em seus projetos. A razão apresentada pela licencianda Gabriela exemplifica essa questão:

[GABRIELA] *Questões atuais e que são próximas da realidade dos alunos, sem dúvida, promovem a argumentação. A química que envolve o tema ainda é de difícil compreensão para os alunos e a oficina proposta pode servir para ensinar esses conceitos químicos.*

Da mesma forma, o estímulo ao senso crítico e à capacidade de tomada de decisão (6,2%), bem como a proposição de soluções para problemas autênticos (6,2%), foram critérios utilizados pelos licenciandos que vão ao encontro das questões discutidas anteriormente.

Jiménez-Aleixandre e Agraso (2006) corroboram as razões apresentadas pelos licenciandos quando colocam que o raciocínio argumentativo é relevante para o ensino de ciências, pois na construção de modelos e explicações para os fenômenos os estudantes necessitam, além de compreender os conceitos relacionados, desenvolver a capacidade de escolher entre múltiplas alternativas de explicação, julgando a partir de critérios pertinentes.

Justificativas relacionadas ao uso da experimentação nos projetos priorizados pelos licenciandos, correspondentes a 7,2% das razões apresentadas,

corroboram a escolha dessa estratégia em cinco dos 13 projetos, conforme discutido anteriormente.

Outro aspecto enfatizado pelos licenciandos foi a relevância do conteúdo químico a ser trabalhado (6,2%). Como justificativa associada a este critério verificamos uma preocupação em abordar temas que não são comumente trabalhados no ensino básico, como o estudo dos polímeros, conforme ilustra o relato da licencianda Lúcia.

[LÚCIA] Acredito que o ensino de polímeros é pouco aprofundado no ensino médio, e o projeto propõe uma melhor aprendizagem a respeito dos mesmos. É interessante frisar que o projeto é eficaz no ensino de polímeros já que os alunos visualizam, identificam e debatem acerca dos mesmos.

Em suma, podemos sugerir coerência entre as principais razões apontadas pelos licenciandos na escolha dos projetos de intervenção, além dos objetivos e estratégias traçados na sua elaboração, e o que se propõe para um ensino voltado à prática da argumentação. De fato, a argumentação como ferramenta de aprendizagem de conceitos científicos, como possibilidade de discussão de problemas autênticos e desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, e como caminho para uma formação voltada à cidadania, entre outros, são aspectos que receberam atenção por parte de pesquisadores que investigam seus benefícios ao ensino de ciências (ARCHILA, 2012).

Do mesmo modo, os objetivos, estratégias e critérios delineados pelos licenciandos se alinham aos elencados por Jiménez-Aleixandre et al. (2009) que permeiam sua proposta de atividades para trabalhar o uso de provas e argumentação em ciências, as quais incluem instigar os alunos a resolver problemas; propor discussões em sala de aula; fazer uso de experimentos em laboratório e em campo para propor a avaliação de explicações, hipóteses e teorias sobre um fenômeno, avaliá-las de acordo com os dados disponíveis, entre outros. Portanto, podemos sugerir que os aspectos apontados pelos licenciandos refletem o modo como valorizam a argumentação científica, o qual pode ser resultante do processo de formação ao qual foram submetidos.

5.4 Contribuições das oficinas pedagógicas para o fomento à argumentação na formação inicial de professores de química

Neste tópico discutimos em qual extensão as oficinas pedagógicas potencializaram a prática dos licenciandos na realização de aulas que fomentassem a argumentação. Conforme explicitado anteriormente, os licenciandos foram divididos em grupos, de modo que cada um deles fosse associado ao projeto com o qual mais se identificavam. Assim, foram dispostos em grupos aos quais nos referiremos como 1, 2, 3 e 4, cuja descrição encontra-se apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 – Descrição dos grupos formados para a aplicação das regências nas escolas.

Grupos	Componentes	Tema da regência	Estratégias de ensino adotadas	Quantidade de aulas*
1	Ana Caio Inácio	Energia nuclear: solução ou problema?	Aula expositiva Exibição de vídeos <i>Role-play</i> Debate	4
2	Carla Mara	Transformação	Aula expositiva Leitura de texto Debate Exibição de vídeos	4
3	Marcos Lúcia Renato Carlos	Plásticos: aprenda como usar!	Aula expositiva Atividade experimental Solução de problemas	4
4	Márcia Marina Gabriela Helena	Tu fumas, eu não fumo: nós fumamos	Tempestade de ideias Aula expositiva Leitura de textos Atividade experimental Confecção de materiais	4

*Duração de cada aula: 50 minutos.

Vale lembrar que as etapas subsequentes a essa distribuição envolveram a realização de adequações nos projetos pelos grupos, a preparação dos materiais necessários à sua aplicação, assim como sua execução nas escolas. Como a disciplina estava vinculada a um projeto de extensão universitária, a instituição colaboradora disponibilizou os turnos da manhã para a aplicação dos projetos em quatro turmas de ensino médio. Além disso, os licenciandos também tiveram que adequar os projetos para uma carga horária de quatro horas, a fim de atender, tanto às condições da instituição colaboradora (turno diurno de oito às doze horas), como

à universidade, que exige uma carga horária mínima de quatro horas para a emissão de certificados.

Por conseguinte, apresentamos a seguir os resultados obtidos da aplicação dos quatro projetos de regência selecionados pelos licenciandos. Pretendemos, portanto, fazer considerações sobre as ações que fomentaram processos argumentativos durante sua realização. Para a identificação de tais ações nos pautamos no quadro analítico proposto por Simon, Erduran e Osborne (2006).

5.4.1 Projeto de regência 1: "Energia nuclear: solução ou problema?"

Na versão original escrita do projeto, de autoria do licenciando Caio, foi proposto o tema “A química nuclear na escola: energia nuclear”, a ser realizado no segundo ano do ensino médio. O projeto foi delineado de forma a ser aplicado em três etapas:

- Apresentação do tema: discussão dos conceitos envolvidos, além de pontos positivos e negativos sobre o tema e exibição de vídeos a ele relacionados;
- Realização de debate: os alunos seriam divididos em grupos favoráveis e contrários ao uso da energia nuclear;
- Avaliação do trabalho: professor e alunos analisariam o debate, por meio de questionamentos sobre os aspectos discutidos.

Na explicitação dos objetivos, o licenciando buscou abordar o tema no âmbito escolar de maneira contextualizada. Esse intuito ficou bem evidenciado ao se referir à importância do assunto em pauta para a sociedade, assim como à relevância de os alunos desenvolverem uma opinião crítica sobre o mesmo. Ao justificar a realização do projeto, o licenciando fez uma descrição sobre o que trata a química nuclear, com destaque para suas principais aplicações na sociedade. Ademais, finalizou esse tópico abordando a pouca ênfase que é dada ao assunto na escola, sinalizando a necessidade de eliminar essa lacuna.

Referências claras à promoção da argumentação no projeto escrito foram feitas em apenas dois momentos: inicialmente, na introdução do texto, quando foi proposta uma discussão do tema por meio de uma “relação dialógica” e no tópico relacionado aos objetivos, quando foi mencionado que a realização do projeto

também envolveria a busca de meios para favorecer a argumentação, levando em consideração a sua importância para a formação crítica dos estudantes.

Após a escolha do projeto como um dos quatro que seriam aplicados na escola, ao licenciando Caio juntaram-se os licenciandos Ana e Inácio, compondo o grupo 1. Com isso, os licenciandos do grupo 1 fizeram adequações no projeto para sua aplicação, a começar pela adoção de um novo título: “Energia nuclear: solução ou problema?” Durante a aplicação do projeto também foi realizada uma alteração em relação à proposta original, que consistiu na exclusão da última etapa, na qual deveria ter ocorrido a avaliação do trabalho. Conforme mencionado anteriormente, essa etapa consistia na avaliação do debate por meio da elaboração de perguntas por parte dos estudantes, ocasião em que os licenciandos verificariam as contribuições das atividades.

Os licenciandos fizeram uso de quatro horas para a realização do projeto, das quais foram reservados trinta minutos para um intervalo. Um dos procedimentos adotados consistiu em uma aula expositiva dialogada, realizada por Ana, na qual foram abordados conceitos sobre química nuclear, histórico, estrutura do átomo e radioatividade. Essa exposição culminou na exibição de vídeos que traziam informações sobre vantagens e desvantagens da energia nuclear. Os licenciandos adotaram, em seguida, a estratégia de *role-play* associada ao debate. Esta foi levada a cabo por Caio e consistiu em uma simulação de caso real sobre a divergência entre dois grandes grupos de países em relação ao desenvolvimento de um programa nuclear, na qual um grupo de alunos representava o papel dos países favoráveis e o outro grupo de alunos representava o papel dos países contrários. O licenciando Caio, nesse momento, assumiu o papel de mediador, representando o presidente da Organização das Nações Unidas (ONU).

É importante destacar que o licenciando Inácio se limitou a auxiliar Ana na mudança dos *slides* durante a aula expositiva. Em nenhum momento ele se pronunciou e essa atitude não foi incentivada pelos demais colegas do grupo. Portanto, discutiremos a seguir apenas as declarações/afirmações/solicitações verbais dos licenciandos Ana e Caio durante a aplicação do projeto que se relacionam com as ações que fomentam processos argumentativos. Para a identificação das mesmas lançamos mão das transcrições dos arquivos de vídeo da regência.

Na sequência apresentamos os resultados para a identificação das declarações dos licenciandos que refletiam ações pró-argumentação. Das oito categorias sugeridas por Simon, Erduran e Osborne (2006), identificamos cinco, a saber: falar e ouvir, posicionar-se na construção dos argumentos, justificar com evidências, construir argumentos e contra-argumentar/debater (Quadro 14). Vale salientar que não foi nossa intenção estudar a frequência com que as categorias foram identificados ao longo da regência, mas investigar se as ações realizadas pelos licenciandos se mostraram potencialmente favoráveis ao desenvolvimento de processos argumentativos. Tais ações são exemplificadas e discutidas a seguir.

Quadro 14 - Identificação das declarações/afirmações/solicitações pró-argumentação dos licenciandos do grupo 1, segundo o trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006).

CATEGORIAS DE SIMON, ERDURAN E OSBORNE (2006)	DECLARAÇÕES/AFIRMAÇÕES/SOLICITAÇÕES DOS PROFESSORES PARA DESENCADEAMENTO DOS PROCESSOS ARGUMENTATIVOS	ANA	CAIO	GERAL
Falar e ouvir	Incentiva a discussão entre os alunos		X	X
	Incentiva os alunos a escutarem as opiniões dos colegas		X	X
Conhecer o significado do argumento	Define argumento			
	Apresenta exemplos de argumentos			
	Faz questionamentos sobre a dinâmica envolvida no processo de argumentação			
Posicionar-se na construção dos argumentos	Encoraja a apresentação das ideias dos alunos	X	X	X
	Incentiva os alunos a se posicionarem na apresentação das suas ideias		X	X
	Valoriza diferentes pontos de vista dos alunos (usualmente na aplicação de estratégias de ensino mais elaboradas)	X	X	X
Justificar com evidências	Avalia ou confere se as justificativas são subsidiadas por evidências			
	Fornecer evidências que subsidiem as ideias dos alunos	X	X	X
	Solicita justificativas para as conclusões dos alunos		X	X
	Enfatiza a importância de apresentação de justificativas			
	Estimula a apresentação de novas justificativas em adição às apresentadas inicialmente			
Construir argumentos	Elabora estratégias de ensino-aprendizagem (ex: debates, resolução de problemas sociocientíficos etc) que permitam a solicitação aos alunos da construção de argumentos na forma escrita e oral	X	X	X
Avaliar argumentos	Incentiva a avaliação dos argumentos pelos alunos			
	Incentiva a reflexão sobre o que é necessário para a construção de um bom argumento, considerando as evidências que o sustentam			
Contra-argumentar/Debater	Incentiva a contra-argumentação frente a argumentos apresentados pelos colegas			
	Incentiva a contra-argumentação durante a realização de debates e interpretações de papel (<i>role-play</i>)		X	X
Refletir sobre o processo de argumentação	Estimula a reflexão sobre os processos adotados pelos alunos para a construção do argumento			
	Questiona os alunos sobre as mudanças nas suas opiniões, decorrentes dos processos adotados para a construção do argumento			

Falar e ouvir

Como é possível perceber a partir do Quadro 14, na regência verificamos os dois tipos de declaração relacionadas à ação de falar e ouvir: incentivar os alunos a discutir entre si e a escutar as opiniões dos colegas. Todavia, esse tipo de declaração somente foi identificado na fala do licenciando Caio, ou seja, no momento em que mediou o debate. Observamos que à medida que chegava a vez de cada grupo fazer sua réplica ou tréplica ao longo do debate, Caio estimulava a discussão entre os alunos dos grupos:

[CAIO] *Vocês debatem? Agora é a vez de vocês! Vocês vão debater o que eles disseram?*

Da mesma forma, também verificamos que o licenciando incentivou os alunos a escutarem a opinião dos colegas. Isso ocorreu de duas formas: quando destacou que os grupos deveriam ouvir uns aos outros e quando perguntou a eles sobre o que os colegas do outro grupo tinham falado, conforme exemplificam os fragmentos a seguir:

[CAIO] *Primeiro nós vamos destacar, começar assim. Vocês, o grupo, vão ter que respeitar a opinião do outro e não interferir quando eles estiverem falando, entenderam?! Vocês deixem eles se expressarem.*

[CAIO] *Vocês acham que, como eles falaram, que o governo não está preocupado, que a energia nuclear é o contrário, ele está preocupado e caminham juntos?*

[CAIO] *Vocês ouviram o que ela acabou de dizer? Vocês disseram que o governo deveria investir mais em saúde, ao invés de se preocupar somente com a energia nuclear?*

Cabe ressaltar que ações relacionadas a esta categoria não foram identificadas nas declarações da licencianda Ana. Uma razão imediata estaria no fato de, pela distribuição de atividades entre os componentes dos grupos, a mesma ter ficado responsável por conduzir a exposição teórica da temática, sendo, de certa forma, desfavorecida em incentivar discussões entre os alunos ou incentivar os alunos a escutarem as opiniões dos colegas. Assim, embora no planejamento da regência como um todo os licenciandos tenham dedicado espaço ao desenvolvimento de ações dessa categoria, a natureza da estratégia atribuída a Ana não favoreceu a realização desse tipo de solicitação aos alunos.

Posicionar-se na construção dos argumentos

Na regência em pauta identificamos as três solicitações propostas por Simon, Erduran e Osborne (2006) para esta categoria: encorajar a apresentação das ideias dos alunos, incentivar os alunos a se posicionarem na apresentação de suas ideias e valorizar diferentes pontos de vista dos alunos (usualmente na aplicação de estratégias de ensino mais elaboradas).

Verificamos que Ana e Caio procuraram encorajar a apresentação das ideias dos alunos em vários momentos. Nos trechos a seguir constam algumas declarações feitas por Ana no início da aula incentivando os alunos a apresentar suas ideias sobre o significado da palavra química e, na sequência, um trecho que traz uma declaração de Caio durante a realização do debate:

[ANA] *Para vocês o que é química? Qualquer palavra?!"*

[ALUNOS] *Matéria*

[ANA] *Matéria*

[ALUNOS] *Soluções*

[ANA] *Soluções. Tudo isso vocês ouviram falar que é química*

[ANA] *E na vida de vocês? Química no cotidiano de vocês?*

[CAIO] *Até agora vocês só ouviram, ouviram, agora vocês vão falar, certo?*

Os trechos a seguir, pronunciados durante o debate, exemplificam o momento em que o licenciando Caio buscou incentivar os alunos a se posicionarem na apresentação das suas ideias:

[CAIO] *Sabemos que a energia nuclear tem suas vantagens e desvantagens, uma hora ela é boa, uma hora ela é ruim, traz benefícios e malefícios para a sociedade. Com base nisso, o grupo de defesa, quais os argumentos que vocês têm para que o país de vocês tenha um programa nuclear?*

[CAIO] *Então vamos ver quem no final que tem mais argumentos para vencer. Vocês que são contra, vocês que são a favor da energia nuclear.*

Assim, uma vez expostas as escolhas, o licenciando Caio estimulou os alunos a tomarem uma posição frente à situação em disputa. Cabe salientar, novamente, que em virtude das características da estratégia adotada, na qual Ana ficou responsável pela exposição dos conceitos teóricos referentes a energia nuclear, a licencianda ficou mais uma vez limitada em desenvolver essa ação, não incentivando os alunos a se posicionarem.

A partir dos fragmentos apresentados observamos que, ao passo que os licenciandos Ana e Caio encorajaram os alunos a apresentar suas ideias e adotar um posicionamento frente às questões tratadas, valorizaram os diferentes pontos de

vista dos alunos (usualmente na aplicação de estratégias mais elaboradas). Isso foi observado no início do debate, quando a licencianda Ana explicou como este seria realizado e quando Caio dividiu os grupos favoráveis e contrários à questão a ser debatida, nomeando-os de Brasil e Irã:

[ANA] A ideia é o seguinte, vocês são os representantes de cada país, certo? Então vocês, os países do lado direito, vão ser os países contra, e do lado esquerdo vão ser os países a favor, Vocês irão fazer uma conferência entre vocês apresentando pontos a favor e vocês uma conferência apresentando pontos contra, e depois cada país, cada setor apresenta e tem que defender, defender a ideia de vocês, para vermos. Tem que ter argumentação.

[CAIO] Atenção Brasil e Irã! Silêncio! Pronto. Estamos aqui hoje para tratar da energia nuclear, diante de nós aqui temos dois países, um que é contra e outro que é a favor, nesse momento milhares de pessoas estão nos assistindo. Temos aqui os secretários de seus países, representantes, e eles vão discutir, pra ver se a gente autoriza ou não que ambos tenham programas nucleares, em seus países, ou a gente deixa de vez essa ideia de energia renovável em relação à radioatividade. Vamos começar agora nossa conferência, microfones estão a postos, vamos lá.

Dessa forma, foi possível constatar nos fragmentos anteriores que os licenciandos Ana e Caio procuraram valorizar os diferentes pontos de vista dos alunos, ficando evidente essa última ação, por parte dos licenciandos, durante a realização do debate.

Justificar com evidências

Tentativas de favorecer o processo de apresentação de justificativas com evidências por parte dos licenciandos foram observadas. Na regência em discussão identificamos duas das cinco categorias propostas por Simon, Erduran e Osborne (2006): fornecer evidências que subsidiem as ideias dos alunos e solicitar justificativas para as conclusões dos alunos. Inicialmente destacamos a iniciativa da licencianda Ana em fornecer evidências que subsidiaram as ideias dos alunos, como forma de dar continuidade ao diálogo durante a aula expositiva:

[ANA] Mas tem uma parte da química chamada de química nuclear. Imaginemos conhecer, em todo contexto de química, você tem lá o que é o átomo, o que é substância, o que é uma molécula, e a gente vai ver aqui uma parte dela, ou seja de um quilo de arroz a gente vai ver um grãozinho de arroz.

[ANA] (...) É necessário investir lá no núcleo, ele é pequeno mas pode trazer vários problemas, mas também trazer várias soluções para nós. Por isso que a gente conhece os raios-X, alguns tratamentos de câncer, que são um dos benefícios, mas aí lembra da nossa irmanzinha que falou de uma bomba, falou que lá, onde?

Verificamos também que Caio procurou fornecer evidências que amparassem as ideias dos alunos durante o debate:

[CAIO] *Antes de prosseguir só um comentário sobre o câncer, a própria energia nuclear, no caso da radioatividade, ela cura o câncer, é o caso da radioterapia que atinge as células cancerígenas que vocês viram aí.*

O outro tipo de declaração foi observado somente na narrativa do licenciando Caio. Ao se dirigir aos alunos do grupo favorável à questão debatida, incentivou o grupo a escutar a opinião do grupo desfavorável, solicitando justificativas para as conclusões dos alunos:

[CAIO] *Vocês acham que, como eles falaram, que o governo não está preocupado, que a energia nuclear é o contrário, ele está preocupado e caminham juntos? É isso que você quis dizer?! (grifo nosso)*

Conforme demonstram os trechos apresentados, esse tipo de declaração feita por Caio denota sua tentativa em fazer os alunos enriquecerem suas justificativas e, conseqüentemente, fortalecerem seus argumentos.

Vale ressaltar que não foram identificadas declarações nas quais os licenciandos procuraram avaliar ou conferir se as justificativas eram apoiadas por evidências. Tal ação pode não ter sido realizada pelos licenciandos pelo fato de as evidências presentes nas justificativas dos alunos serem provenientes dos vídeos por eles apresentados em sala de aula antes da realização do debate, os quais traziam evidências sobre as vantagens e desvantagens da questão tratada. Dessa forma, os licenciandos podem ter julgado não ser necessário avaliar ou conferir as evidências, uma vez que todas as justificativas estavam subsidiadas por evidências provenientes dos referidos vídeos.

Construir argumentos

A partir do Quadro 14 pode-se perceber que tanto Ana quanto Caio incentivaram a construção de argumentos pelos alunos, ao elaborarem estratégias de ensino-aprendizagem (ex: debates, *role-play*, resolução de problemas sociocientíficos etc.) que permitem a solicitação aos alunos da construção de argumentos na forma escrita e oral. Ana incentivou os alunos a apresentar argumentos na forma escrita, ao solicitar-lhes explicações para um questionamento feito por ela ao final da aula expositiva, e Caio instigou-os a apresentar seus

argumentos na forma oral por ocasião da apresentação de instruções sobre as regras para a realização do debate:

[ANA] *Você lembram que a gente vai falar de química nuclear, de radioatividade, então o que vocês vão colocar nesse papel é o seguinte: para você, o que é química nuclear? (...) Eu não vou aceitar respostas 'é a química do núcleo' ou 'radioatividade' (...) Isso (é para escrever). E depois, você já ouviu falar em algum mal ou benefício que esse estudo traz para a nossa sociedade? (...) Expliquem! Colocar só sim ou não, não é resposta! Expliquem!*

[CAIO] *Imaginem que, como se fosse um tribunal onde quem é a favor da energia nuclear vai ter que defender à risca seu cliente e quem é contra dizer porque é que é contra. Importante, o fundamental disso agora é vocês participarem.*

A partir dos trechos apresentados verificamos que as estratégias adotadas pelos licenciandos contribuem para um ambiente favorável à prática da argumentação, uma vez que incentivaram os alunos a construir argumentos motivando-os a desenvolver tarefas que lhes permitissem aprimorar suas habilidades orais e escritas.

Contra-argumentar/Debater

Identificamos uma das duas ações relacionadas a esta categoria: incentivar a contra-argumentação durante a realização de debates e interpretações de papel. Esse tipo de ação foi desencadeada pelo licenciando Caio, o qual assumiu o papel de mediador do debate. O fragmento a seguir demonstra solicitações dessa natureza, feitas no momento em que estimulou a discussão entre os alunos dos grupos contrários:

[CAIO] *Vocês debatem? Agora é a vez de vocês! Vocês vão debater o que eles disseram? (aponta para grupo contrário)*

[CAIO] *Muito bem, vamos continuar, diante dos dois argumentos uns apontaram algumas coisas que são boas com a utilização da energia nuclear, já o outro grupo apontou algumas coisas que foi um rebate de vocês...*

Não identificamos nos discursos produzidos pela licencianda Ana ações que refletissem o encorajamento da contra-argumentação pelos alunos, o qual justificasse pelos motivos já expostos. A ação de contra-argumentar/debater foi apontada por Simon, Erduran e Osborne (2006) como incomum nos discursos dos professores, a não ser quando a estratégia de ensino adotada favorece tal postura, como o debate, por exemplo. Nesse sentido, as ações adotadas por Caio corroboram as afirmações

dos autores, pois ao adotar a estratégia de debate, declarações direcionadas a essa categoria foram privilegiadas.

5.4.2 Projeto de regência 2: "Transform-Ação"

Na versão escrita do projeto, originalmente proposto pela licencianda Carla, foi sugerido o tema "Mostre-me teu lixo e eu te direi quem és", a ser realizado no segundo ano do ensino médio. O projeto foi delineado de forma a ser aplicado em quatro etapas:

- Apresentação do tema: aula expositiva mostrando diversos aspectos sobre o assunto em pauta e posterior enfoque sobre polímeros sintéticos;
- Formação de grupos e leitura de textos complementares: entrega de textos sobre polímeros sintéticos com a finalidade de preparar os alunos para o debate;
- Realização de debate: os alunos divididos em dois grupos, favoráveis e contrários ao uso de plásticos, debatem se os plásticos são um mal necessário ou um bem supérfluo;
- Oficina de reciclagem: produção de objetos reciclados a partir de garrafas PET.

Na exposição dos objetivos, a licencianda buscou desenvolver o senso crítico dos alunos por meio de textos, vídeos e debate, procurando sensibilizá-los para as relações entre a temática e o meio ambiente. Tal intuito ficou evidente quando foi enfatizada a importância do conhecimento sobre os polímeros sintéticos e os benefícios desses estudos no auxílio à redução dos impactos ambientais causados pelo seu descarte.

Ao justificar a aplicação do projeto, a licencianda mencionou os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), destacando que o documento enfatiza a preparação dos jovens para a vida atual, na qual o conhecimento deve estar além do aspecto técnico e contemplar uma cultura mais ampla, sendo desenvolvida por meio da interpretação de fatores naturais, que só é possível a partir de uma visão crítica.

Assim, a partir do proposto fica evidente a intenção da licencianda em promover a argumentação, especialmente quando a estratégia de debate foi

justificada como uma forma de exercício da argumentação. É também digno de nota o fato de a licencianda ter se apoiado em recomendações curriculares para justificar a relevância de seu projeto. Sugerimos que essa iniciativa seja resultante de uma das etapas de preparação à qual os licenciandos foram submetidos, em que foi solicitado que buscassem relações entre os aspectos preconizados em orientações curriculares e ações que favorecem a argumentação.

Na ocasião em que o projeto foi escolhido para aplicação na escola, uniram-se à licencianda Carla mais três licenciandos, todavia, apenas a licencianda Mara participou de sua realização, compondo, portanto, o grupo 2. Nas adequações do projeto as licenciandas também optaram pela mudança de título, que passou a ser denominado de “Transformação”. Para a aplicação do projeto as licenciandas optaram pela exclusão de um dos três textos escolhidos para a etapa de leitura e discussão e da oficina de reciclagem de garrafas PET. Acreditamos que essa escolha esteja ligada à necessidade de adequação do tempo disponível. Durante a observação da regência percebemos que, distintamente do que foi proposto no projeto, a licencianda Carla fez uso de duas demonstrações experimentais em sua aula expositiva. Também verificamos que as licenciandas não dividiram os alunos em grupos para a leitura e discussão dos textos, nem para a etapa de debate, ocasião em que planejaram distribuí-los em grupos favoráveis e contrários ao uso de plásticos. Dessa forma, as discussões nessas etapas foram realizadas na turma como um todo.

As licenciandas fizeram uso de quatro horas para a realização da regência, das quais foram reservados trinta minutos para intervalo. Inicialmente, a licencianda Carla ministrou uma aula expositiva sobre transformações químicas, fazendo uso de duas demonstrações experimentais para ilustrar os assuntos tratados. Em seguida, Carla prosseguiu a aula expositiva, passando a tratar de aspectos relacionados ao lixo, sua composição, ciclo de vida das embalagens e polímeros, com ênfase para o uso de sacolas plásticas pela sociedade. Na sequência, a licencianda Mara solicitou a leitura, pelos alunos individualmente, do texto “Sacolas: amigas ou inimigas”, artigo de divulgação científica publicado na revista *Ciência Hoje das Crianças* (SACOLAS...2012). Após a leitura Mara destacou alguns aspectos do texto para desencadear discussões, momento em que a licencianda Carla auxiliou na mediação. Prosseguiu-se com a leitura de um segundo artigo de divulgação científica, também publicado na revista *Ciência Hoje das Crianças*, intitulado

“Plásticos do futuro” (PLÁSTICOS...2010), cuja leitura e discussão foi encaminhada pela licencianda Carla. Como última etapa, a licencianda Mara iniciou um debate sobre o seguinte tema: “Plásticos: bem supérfluo ou mal necessário?” Ao final da discussão, as licenciandas exibiram um vídeo sobre a fabricação da madeira sintética, um tipo de polímero.

Passamos a discutir as declarações/afirmações/solicitações verbais feitas pelas licenciandas Carla e Mara durante a realização da regência identificadas como ações pró-argumentação segundo Simon, Erduran e Osborne (2006). Identificamos quatro das oito categorias sugeridas: falar e ouvir, posicionar-se na construção dos argumentos, justificar com evidências e construir argumentos (Quadro 15). As circunstâncias em que tais ações foram realizadas durante a regência serão discutidas a seguir.

Quadro 15 - Identificação das declarações/afirmações/solicitações pró-argumentação dos licenciandos do grupo 2, segundo o trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006).

CATEGORIAS DE SIMON, ERDURAN E OSBORNE (2006)	DECLARAÇÕES/AFIRMAÇÕES/SOLICITAÇÕES DOS PROFESSORES PARA DESENCADEAMENTO DOS PROCESSOS ARGUMENTATIVOS	CARLA	MARA	GERAL
Falar e ouvir	Incentiva a discussão entre os alunos			
	Incentiva os alunos a escutarem as opiniões dos colegas	X	X	X
Conhecer o significado do argumento	Define argumento			
	Apresenta exemplos de argumentos			
	Faz questionamentos sobre a dinâmica envolvida no processo de argumentação			
Posicionar-se na construção dos argumentos	Encoraja a apresentação das ideias dos alunos	X	X	X
	Incentiva os alunos a se posicionarem na apresentação das suas ideias			
	Valoriza diferentes pontos de vista dos alunos (usualmente na aplicação de estratégias de ensino mais elaboradas)			
Justificar com evidências	Avalia ou confere se as justificativas são subsidiadas por evidências			
	Fornecer evidências que subsidiem as ideias dos alunos	X	X	X
	Solicita justificativas para as conclusões dos alunos	X	X	X
	Enfatiza a importância de apresentação de justificativas			
	Estimula a apresentação de novas justificativas em adição às apresentadas inicialmente			
Construir argumentos	Elabora estratégias de ensino-aprendizagem (ex: debates, resolução de problemas sociocientíficos etc) que permitam a solicitação aos alunos da construção de argumentos na forma escrita e oral	X	X	X
Avaliar argumentos	Incentiva a avaliação dos argumentos pelos alunos			
	Incentiva a reflexão sobre o que é necessário para a construção de um bom argumento, considerando as evidências que o sustentam			
Contra-argumentar/Debater	Incentiva a contra-argumentação frente a argumentos apresentados pelos colegas			
	Incentiva a contra-argumentação durante a realização de debates e interpretações de papel (<i>role-play</i>)			
Refletir sobre o processo de argumentação	Estimula a reflexão sobre os processos adotados pelos alunos para a construção do argumento			
	Questiona os alunos sobre as mudanças nas suas opiniões, decorrentes dos processos adotados para a construção do argumento			

Falar e ouvir

Para esta categoria identificamos apenas um dos tipos de declaração na fala das licenciandas: incentivar os alunos a escutarem as opiniões dos colegas. A seguir apresentamos o trecho referente a esse tipo de ação desencadeada pela licencianda Carla:

[CARLA] *Ele falou uma coisa muito interessante! Mudou de estado físico, mas não mudou a composição.*

A licencianda Mara, cujas ações corresponderam ao debate no qual foi discutido se o plástico é um mal necessário ou um bem supérfluo, também fez esse tipo de solicitação aos alunos:

[MARA] *A ideia da mãe da aluna 6 é uma boa ideia, pois se ela vai fazer compras três vezes ao mês, ela só leva sacola uma vez, quando ela volta leva a mesma sacola e traz de volta.*

Porém, os exemplos apresentados representam acontecimentos isolados, uma vez que as licenciandas não adotaram a mesma postura em outros momentos da regência. Observamos que as declarações das licenciandas em maior frequência foram referentes a outras categorias que representam ações pró-argumentação. Embora tenham planejado um debate, as discussões em torno dele foram realizadas entre as licenciandas e a turma como um todo, ou seja, não houve divisão entre grupos favoráveis e contrários à questão das sacolas plásticas. Com isso, não houve um embate de ideias entre grupos de modo que fosse necessário estimulá-los a discutir entre si para construírem sua defesa.

Posicionar-se na construção dos argumentos

Com relação a esta categoria observamos que apenas o primeiro tipo de ação foi contemplada durante a realização da regência: encorajar a apresentação das ideias dos alunos. Esse tipo de declaração ocorreu em vários momentos da proposta. Inicialmente destacamos que essa ação foi realizada durante a aula expositiva, no momento em que a licencianda Carla tratava de questões relacionadas às transformações químicas e à reciclagem. No excerto apresentado a seguir, constatamos que a licencianda buscou encorajar a apresentação das ideias dos alunos quanto às relações entre consumo e meio ambiente.

[CARLA] *Agora eu pergunto a vocês, na casa de vocês qual é o tipo de material que vocês mais jogam fora? Os plásticos, papel?*
[ALUNOS] *Plástico, papel...*

[CARLA] O plástico, o papel. O que mais?
[ALUNOS] Vidro, matéria orgânica...
[CARLA] O que aconteceu quando veio a industrialização?
[ALUNOS] A química...

No trecho a seguir consta uma declaração, também feita por Carla durante demonstração experimental realizada na aula expositiva, para ilustrar as teorias apresentadas:

[CARLA] Tudo que a gente vê acha que é simples, mas temos que olhar quimicamente, com outros olhos, se nós olharmos aqui a vela, aluna 1, acendeu... que, que acontece? Se eu chegar bem próximo da vela, podemos ver que tem uma “aguazinha”, um líquidozinho (...) às vezes ela escorre na vela. E distante do fogo, o que acontece?
[ALUNOS] Endurece, fica sólida...
[CARLA] Isso para vocês é um processo físico ou químico?

No caso de Mara, suas ações correspondentes a essa categoria foram realizadas durante o debate, no qual discussões sobre o uso de sacolas plásticas foram desencadeadas:

[MARA] Certo, sacolas, amigas ou inimigas? Bom para iniciar, por que elas são amigas?
[ALUNOS] Porque elas têm vantagens, para levar compras...
[MARA] Sim, para levar as compras para casa. O que mais?
[ALUNOS] Fazer pipa, coleta de lixo...
[MARA] Vamos gente, eu tenho certeza que tem mais coisas que vocês fazem em casa. Não? Tem certeza?
[MARA] Bom, e inimigas, elas são inimigas por que? Vocês disseram que são amigas porque a gente usa no dia-a-dia, para a coleta de lixo, para guardar objetos, para levar as compras do supermercado para nossa casa. Aí vocês falaram que são amigas por essas causas. E inimigas? Por que?
[ALUNOS] Inaudível. Entope os bueiros
[MARA] Será que são só essas causas?

Verificamos que a licencianda Mara, durante a realização do debate, concentrou suas ações em encorajar a apresentação das ideias dos alunos. Ainda que o debate seja uma estratégia que propicia o incentivo à tomada de posicionamento pelos alunos na apresentação de suas ideias e à valorização de diferentes pontos de vista, essas ações não foram verificadas nas declarações da licencianda. Embora o levantamento de ideias seja considerado uma ação pró-argumentação, é necessário que esse tipo de solicitação se estenda para a tomada de posição de modo que, a partir disso, seja possível valorizar os diferentes pontos de vista dos alunos, aspectos apontados por Simon, Erduran e Osborne (2006) como necessários para que a argumentação prossiga.

Justificar com evidências

Tentativas de favorecer o processo de justificação foram observadas na regência do grupo 2. Desta categoria, dois dos cinco tipos de declaração foram identificados: fornecer evidências que subsidiem as ideias dos alunos e solicitar justificativas para as conclusões dos alunos. Inicialmente, destacamos a iniciativa da licencianda Carla em fornecer evidências que subsidiassem as ideias dos alunos durante a parte introdutória da aula expositiva.

[CARLA] *Nas carnes, quando vocês vão no supermercado, existe, tem um plasticozinho em cima da carne, aquele plástico não é à toa, aquele plástico é para conservar a carne.*

No próximo trecho, apresentamos também uma das intenções concernentes à justificação dos dados, quando Carla, ainda durante a aula expositiva, forneceu evidências em resposta às ideias dos alunos apresentadas para o trecho anterior:

[CARLA] *Iria apodrecer! Não é um plástico ideal para aquilo, existe um plástico apropriado para isso.*

Verificamos que esta foi uma das ações mais desencadeadas pela licencianda Carla que, após solicitar a apresentação das ideias dos alunos (discutida anteriormente), fornecia evidências para que construíssem o conhecimento. Esse tipo de declaração não foi frequente apenas durante a aula expositiva, mas também na leitura e discussão dos textos. Acreditamos, portanto, que a licencianda lançou mão do texto com o intuito de amparar as ideias dos alunos, conforme ilustra o trecho a seguir:

[CARLA] *Só lembrando que a maioria dos itens citados aqui já foram falados no outro texto, que é a questão do petróleo, que fala de ele ser uma fonte renovável, e fala que o plástico prejudica o meio ambiente, mas ele coloca aqui algumas informações que nós não tínhamos no outro texto, que ele fala que os novos plásticos, os biodegradáveis, podem ser reciclados, e ainda quando a gente ingere eles, o que acontece? Não faz mal...*

A licencianda Mara, a qual ficou responsável por mediar as discussões do debate, apresentou esse tipo de declaração apenas uma vez. Isso ocorreu quando forneceu aos alunos uma das causas para o entupimento de bueiros:

[MARA] *É porque não há essa consciência. Então, que vai acontecer? As pessoas jogam, pegam o lixo, põem naquela sacola, aí fala: 'vou jogar aqui mesmo!' Vem outra e faz a mesma coisa. Aí vem a questão da chuva, e vai entupir o bueiro, vêm as enchentes... (grifo nosso)*

Verificamos também que as licenciandas solicitaram justificativas para as conclusões dos alunos. Isso ocorreu apenas durante a aula expositiva, momento em que a apresentação das ideias dos alunos foi bastante encorajada. Como consequência, as licenciandas estimularam os licenciandos a justificarem essas ideias.

[CARLA] *Isso, para vocês, é um processo físico ou químico (queima da vela)?*

[ALUNOS] *Físico!*

[CARLA] *Isso, muito bem!*

[MARA] *O que seria esse processo físico? Já que vocês disseram (grifo nosso).*

[CARLA] *Para vocês, é um processo físico ou químico (dissolução de comprimido efervescente em água)?*

[ALUNOS] *Químico!*

[CARLA] *Químico! Por quê?*

Conforme discutido anteriormente, embora durante o debate os alunos tenham sido estimulados com frequência a apresentarem suas ideias, observamos que solicitações de justificativas para essas ideias não foram estimuladas pela licencianda Mara. Consideramos que, ainda que a natureza da estratégia possa favorecer a ocorrência de ações pró-argumentação, a licencianda Mara não conseguiu explorar as ideias dos alunos no sentido de apresentarem justificativas para suas conclusões, assim como declarações que enfatizam a importância da apresentação de justificativas. Como consequência, solicitações de estímulo à apresentação de novas justificativas em adição às apresentadas inicialmente não foram observadas.

Também não identificamos ações em que os licenciandos avaliavam ou conferiam se as justificativas estavam subsidiadas por evidências. Acreditamos que, assim como o grupo 1 que fez uso de exibição de vídeos como fonte de evidências, as licenciandas do grupo 2 não julgaram necessário fazer esse tipo de verificação, uma vez que procuraram subsidiar os estudantes com evidências advindas da aula expositiva e da leitura e discussão dos textos.

Construir argumentos

Verificamos que tanto Carla, quanto Mara, elaboraram estratégias de ensino-aprendizagem que permitiam a solicitação aos alunos da construção de argumentos na forma escrita e oral. Tal solicitação foi feita em circunstância da realização do debate, direcionado a todos os alunos. Mara e Carla incentivaram os

alunos a apresentar seus argumentos na forma oral por ocasião da discussão dos textos:

[MARA] *Agora eu quero um voluntário que leia. O primeiro voluntário vai ler o primeiro parágrafo, aí a gente dá uma paradinha para discutir, aí depois vou querer um segundo, e assim vai até a gente terminar.*

[CARLA] *Como na leitura das sacolas amigas ou inimigas, iremos trabalhar da mesma forma com esse daqui, que são os plásticos do futuro.*

A licencianda Mara também realizou ações na categoria em pauta quando deu início às discussões referentes ao debate:

[MARA] *Bom gente, agora que os textos foram discutidos, agora chegou a hora do nosso debate. Agora é a hora das sugestões.*

Embora não tenham sido explicitadas verbalmente pelas licenciandas, merece também destaque a opção pela aula expositiva e pela atividade experimental, as quais possibilitaram a ocorrência de declarações que desencadearam processo argumentativos.

É relevante ressaltar, ainda, o fato de ações pró-argumentação terem sido observadas durante a aula expositiva, estratégia que por muitas vezes não possibilita participação mais ativa dos alunos, como o debate e o *role-play*, por exemplo. Esse fato demonstra a importância do modo como a licencianda Carla conduziu sua aula expositiva, fazendo declarações/solicitações que propiciaram processos argumentativos, nas quais os estudantes foram instigados a explicitar seus conhecimentos prévios e a refletirem em sala de aula. Esse resultado implica em considerarmos que a adoção de uma estratégia com grande potencial em promover a argumentação não é garantia do estabelecimento de um discurso argumentativo em sala de aula. Aliado a isso, e igualmente importante, será a postura adotada pelo professor na realização de ações que favoreçam a argumentação.

5.4.3 Projeto de regência 3: "Plásticos: aprenda como usar!"

Em sua versão original, elaborada pelo licenciando Marcos, foi proposto o tema "O ensino de polímeros por meio do tratamento de problemas autênticos", a ser realizado no ensino médio. O projeto foi planejado de forma a ser aplicado em quatro etapas:

- Apresentação do tema: aula expositiva prevista para durar vinte minutos, enfatizando as propriedades e utilização dos polímeros no cotidiano;
- Formação de grupos e realização de experimentos: entrega de um roteiro com questão prévia e como identificar amostras desconhecidas de polímeros, bem como os materiais necessários para a realização de testes para a investigação de amostras;
- Resolução de problemas autênticos: apresentação de problemas a serem resolvidos pelos alunos nos grupos, com base nos dados obtidos durante a realização dos experimentos;
- Apresentação e discussão dos resultados: cada grupo realizaria a exposição oral das respostas e considerações relacionadas aos problemas autênticos.

Na apresentação dos objetivos, constatamos que o licenciando procurou utilizar um experimento que fez uso de plásticos como fonte de obtenção de dados, e por meio destes solicitar aos alunos a resolução de problemas autênticos, de modo a desenvolver a sua capacidade argumentativa. Cabe salientar que essa ação foi semelhante à realizada em uma das oficinas de formação em argumentação, na qual um experimento também foi utilizado como fonte de dados. Essa finalidade ficou bem evidenciada quando o licenciando se referiu à importância do aprimoramento da capacidade de observação e registro de informações.

Para justificar a importância da realização do projeto o licenciando fez uma exposição das principais aplicações dos plásticos no cotidiano, enfatizando a sua relevância para a sociedade e a necessidade de saber distinguir diferentes tipos de materiais e suas propriedades. Questões relacionadas às relações custo/benefício, além do impacto ambiental que podem causar, foram também levantadas no projeto.

Aspectos que se dirigem explicitamente ao fomento à argumentação foram identificados em três partes do projeto: no final da introdução, quando Marcos sugeriu conjugar a importância da temática com a possibilidade de se desenvolver a capacidade argumentativa dos alunos, por meio da realização de experimentos simples para a coleta de dados e para a resolução de problemas autênticos; nos objetivos, quando mencionou que por meio da resolução de problemas autênticos seria possível desenvolver a capacidade argumentativa dos alunos; no subtópico

“argumentação no ensino de ciências”. No tópico fundamentação teórica, no qual o licenciando apresentou relações entre a argumentação e o ensino de ciências.

Uma vez escolhido o projeto em pauta dentre os quatro que seriam aplicados na escola, ao licenciando Marcos juntaram-se os licenciandos Lúcia, Renato e Carlos, os quais compuseram o grupo 3. Este também optou em modificar o título do projeto para “Plásticos: aprenda como usar!”.

Durante a aplicação do projeto na escola, os licenciandos fizeram uso de quatro horas para a realização da regência, das quais foram reservados trinta minutos para intervalo. Inicialmente, o licenciando Marcos ministrou uma aula expositiva sobre polímeros, enfatizando sua estrutura, reações de polimerização e presença no cotidiano. Na sequência, Carlos fez uma breve exposição sobre os códigos relativos aos tipos de polímeros presentes nos produtos.

Em seguida, foi realizada uma atividade experimental sobre os tipos de polímeros e suas propriedades. Cabe salientar que essa etapa sofreu alterações em relação à proposta original, especialmente com relação à organização da turma para a realização dos experimentos. Nessa situação, cada licenciando ficou responsável por um tipo de amostra de polímeros e os alunos, organizados em pequenos grupos, fizeram um rodízio nas bancadas de modo que acompanhassem todos os experimentos em sequência. Na oportunidade, os licenciandos realizaram alguns testes com os polímeros e solicitaram que os alunos os repetissem. Acreditamos que essa alteração tenha sido feita por necessidade de otimizar o tempo do experimento e reduzir a quantidade de material necessário para sua execução.

Conforme proposto no projeto escrito, os alunos deveriam discutir em grupos soluções para problemas propostos em um questionário no qual se solicitava que indicassem o polímero mais adequado à confecção de determinados objetos, como por exemplo, “que plástico você usaria em uma tampa de panela de pressão?” e, em seguida, apresentar suas conclusões oralmente. Entretanto, por limitação do tempo, o licenciando Marcos optou em entregar cópias do questionário aos alunos e realizar a discussão com a turma como um todo, logo após a atividade experimental. Ainda assim, só foi possível discutir as duas primeiras perguntas.

Apresentamos a seguir a análise das exposições verbais feitas durante a regência dos licenciandos Marcos, Lúcia, Renato e Carlos (grupo 3) de modo a identificar ações pró-argumentação. No Quadro 16 estão marcados os tipos de declaração/afirmação/solicitação identificados nas narrativas dos licenciandos do

referido grupo como ações pró-argumentação, a saber: posicionar-se na construção dos argumentos, justificar com evidências e construir argumentos. Passamos, a partir de agora, a exemplificar e discutir os momentos em que tais ações foram desencadeadas.

Quadro 16 - Identificação das declarações/afirmações/solicitações pró-argumentação dos licenciandos do grupo 3, segundo o trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006).

CATEGORIAS DE SIMON, ERDURAN E OSBORNE (2006)	DECLARAÇÕES/AFIRMAÇÕES/SOLICITAÇÕES DOS PROFESSORES PARA DESENCADEAMENTO DOS PROCESSOS ARGUMENTATIVOS	MARCOS	LÚCIA	RENATO	CARLOS	GERAL
Falar e ouvir	Incentiva a discussão entre os alunos					
	Incentiva os alunos a escutarem as opiniões dos colegas					
Conhecer o significado do argumento	Define argumento					
	Apresenta exemplos de argumentos					
	Faz questionamentos sobre a dinâmica envolvida no processo de argumentação					
Posicionar-se na construção dos argumentos	Encoraja a apresentação das ideias dos alunos	X	X		X	X
	Incentiva os alunos a se posicionarem na apresentação das suas ideias					
	Valoriza diferentes pontos de vista dos alunos (usualmente na aplicação de estratégias de ensino mais elaboradas)					
Justificar com evidências	Avalia ou confere se as justificativas são subsidiadas por evidências					
	Fornece evidências que subsidiem as ideias dos alunos	X	X	X	X	X
	Solicita justificativas para as conclusões dos alunos	X	X			X
	Enfatiza a importância de apresentação de justificativas					
	Estimula a apresentação de novas justificativas em adição às apresentadas inicialmente					
Construir argumentos	Elabora estratégias de ensino-aprendizagem (ex: debates, resolução de problemas sociocientíficos etc) que permitam a solicitação aos alunos da construção de argumentos na forma escrita e oral	X	X	X	X	X
Avaliar argumentos	Incentiva a avaliação dos argumentos pelos alunos					
	Incentiva a reflexão sobre o que é necessário para a construção de um bom argumento, considerando as evidências que o sustentam					
Contra-argumentar/Debater	Incentiva a contra-argumentação frente a argumentos apresentados pelos colegas					
	Incentiva a contra-argumentação durante a realização de debates e interpretações de papel (<i>role-play</i>)					
Refletir sobre o processo de argumentação	Estimula a reflexão sobre os processos adotados pelos alunos para a construção do argumento					
	Questiona os alunos sobre as mudanças nas suas opiniões, decorrentes dos processos adotados para a construção do argumento					

Posicionar-se na construção dos argumentos

Na regência em pauta observamos apenas um tipo de ação vinculada a esta categoria: encorajar a apresentação das ideias dos alunos. Esse tipo de ação foi identificada na narrativa dos licenciandos Marcos, Lúcia e Carlos, em todas as estratégias utilizadas.

Inicialmente destacamos as declarações feitas pelo licenciando Marcos tanto na aula expositiva, no início da regência, como na discussão levada a cabo ao seu final. Verificamos que na aula expositiva o licenciando se concentrou em fornecer informações aos estudantes sobre o tema em foco, encorajando os alunos a apresentarem suas ideias em apenas um momento:

[MARCOS] *Vocês já ouviram falar de idade da pedra? Por que chamaram de idade da pedra? Ahm? Não ouvi!*

Em contrapartida, na discussão mediada por Marcos ao final da regência, declarações dessa natureza foram mais frequentes:

[MARCOS] *Olhando para os dados da tabela, que vocês anotaram, qual vocês usariam e qual não usariam em uma porta de banheiro, daquelas tipo sanfonadas? Agora eu pergunto pra vocês, como é que uma porta daquela funciona? E aí?*

[MARCOS] *Agora qual vocês usariam para a fabricação de capacetes? Como é que um capacete tem que ser? (...) E aí? Qual vocês usariam?*

[MARCOS] *Qual vocês usariam e não usariam na fabricação de tubos de encanamento? Tubos de encanamento todo mundo sabe que iria usar o PVC. Mas vamos pensar! O PET dá pra usar?*

Durante a realização dos experimentos os licenciandos também encorajaram a apresentação das ideias dos alunos. Esse tipo de declaração foi observada nas falas de Marcos, Lúcia e Carlos:

[MARCOS] *Uma coisa bem interessante sobre plásticos é que geralmente a gente vê na televisão, que, que se fala muito mal, que eles poluem o meio ambiente. Por que será que ele tem um potencial de poluição tão grande? O que vocês acham? (grifo nosso)*

[LÚCIA] *Esse material vocês já viram? Onde é que vocês viram? Pode falar! Onde é costume vocês verem esse material?*

[ALUNOS] *Nas lojas.*

[LÚCIA] *Nas lojas! É isopor? Onde vocês acham que ele é utilizado, para quê?*

[ALUNOS] *Para vários tipos de trabalhos.*

[LÚCIA] *Para que tipos de trabalho? Quando vocês vão comprar cremosinho, o isopor serve para quê?*

[ALUNOS] *Para guardar.*

[LÚCIA] *É só para guardar mesmo? Qual a função do isopor?*

[ALUNOS] *Manter a temperatura.*

[CARLOS] *Se fosse para colocar um tubo de ferro, entendeu? E um tubo de PVC passando água, qual seria melhor? Perto do mar? O que vocês acham, PVC ou ferro? O que que vocês acham?*

Acreditamos que a escolha de tais estratégias reflete intenções em apoiar a ocorrência da argumentação em sala de aula. Por outro lado, ações que fomentassem os alunos a se posicionarem na apresentação de ideias e a valorização dos diferentes pontos de vista não foram observadas, ou seja, solicitações as quais poderiam contribuir para que os alunos progredissem com suas argumentações. Com relação ao momento de realização das atividades experimentais, podemos considerar que, embora essa estratégia possa favorecer a ocorrência desse tipo de solicitação, na regência estava relacionada, quase que exclusivamente, à observação de evidências, as quais não necessariamente envolvem um posicionamento dos alunos.

Do mesmo modo, durante a discussão para a resolução de problemas, circunstância propícia para esse tipo de ação, esses aspectos não foram observados. Sugerimos que os licenciandos propuseram uma sequência de atividades para a regência cujo tempo necessário não foi compatível com o tempo disponível. Nesse sentido, podemos ponderar que o tempo foi o principal fator limitante no desempenho dos licenciandos em realizarem ações que favorecessem a argumentação em sua regência.

Justificar com evidências

Semelhante ao observado para os demais grupos, dois dos cinco tipos de declarações previstas foram identificados: fornecer evidências que subsidiem as ideias dos alunos e solicitar justificativas para as conclusões dos alunos.

Inicialmente destacamos que os quatro licenciandos forneceram evidências que subsidiassem as ideias dos alunos. Além disso, essa ação foi observada em todas as estratégias. Exemplificamos a seguir um dos momentos em que o licenciando Marcos desencadeou tal ação durante a aula expositiva, realizada no início da regência:

[MARCOS] *Isso, os materiais de trabalho, de utilidade doméstica, eram de pedra, né!? Assim como a idade da pedra nós tivemos a idade do cromo, a gente teve a idade do ferro, materiais de trabalho, de utilidade doméstica, tudo feito desses materiais. E hoje se a gente for observar a maioria das coisas que a gente usa são feitas de plástico. Aí nós poderíamos dizer que estamos vivendo a idade do plástico, assim como a idade da pedra, como a idade do bronze.*

Esse tipo de declaração também foi observada ao final da regência, quando o licenciando Marcos mediu discussões sobre os problemas propostos no questionário:

[MARCOS] *Ele é resistente, duro, não quebra facilmente. Todo mundo concorda que é o PVC, né? Agora isso não quer dizer que eles não usem só o PVC, eles podem utilizar outro tipo de plástico, dependendo de quem fabrica, o importante é que a gente entenda que pra poder fazer um objeto desse tipo ele tem que ter um material resistente e duro, né?! E também não pode ser flexível. A gente viu que o polipropileno é resistente e duro, mas é muito flexível, quem vai querer um capacete flexível?*

Foi durante os experimentos, nos quais cada licenciando ficou responsável por apresentar pelo menos um dos tipos de polímeros, que esse tipo de declaração foi mais frequente:

[MARCOS] *O que a gente percebeu até aqui? Que ele é flexível, que ele é resistente à quebra e que ele é relativamente duro.*

[LÚCIA] *De acordo com o que vocês observam no dia a dia de vocês, em casa, a gente coloca o recipiente na geladeira e ele demora mais para congelar, a gente tira e ele demora mais para descongelar, então ele tem esse controle térmico.*

[CARLOS] *Logicamente o PVC, por quê? Porque o ferro vai oxidar, vai sair partículas dele na água. No PVC não, ele é atóxico, a água vai passar, o vento, o sol, a maresia não vai derreter nem modificar a estrutura. Antigamente, antigamente, antigamente, os tubos que foram colocados, foram os tubos de ferro, tubos de encanamento de ferro, podem ver que tão detonando as ruas de vocês e trocando os tubos de ferro pelos tubos de plástico, plástico resistente ou modificado, por quê? Porque o ferro vai oxidando e levando as moléculas dele juntas, se vocês beberem água da torneira antigamente, era beber água com ferro.*

[RENATO] *A gente vai falar sobre o PET, o politereftalato de etileno, o nome é bem grande, por isso a gente se refere a ele como PET, ou outros polímeros, como o PVC (...) O PET começou a ser desenvolvido no ano de 1941, por dois químicos ingleses, Whinfield e Dickson. Eles começaram a produzir em escala laboratorial, ou seja, através de pesquisa (sobre) o PET.*

Cabe salientar que distinta foi a postura de Renato em relação aos demais colegas do grupo durante a realização do experimento. Na sua exposição o licenciando optou por fazer uma contextualização histórica do PET. Dessa forma, enfatizou os contextos histórico e social do uso do PET para, em seguida, discutir sua estrutura química e propriedades termoplásticas. Portanto, suas atitudes se concentraram na transmissão de informações, assim, não realizou declarações que permitissem aos alunos construir ideias e progredir em suas argumentações.

A solicitação de justificativas para as conclusões dos alunos foi observada apenas nas narrativas dos licenciandos Marcos e Lúcia. Lúcia fez esse tipo de solicitação durante a apresentação de conclusões sobre o experimento:

[LÚCIA] *Por que vocês acham que não? Vocês responderam certo, mas por que vocês acham que não?*

Marcos solicitou justificativas para as conclusões dos alunos durante a discussão final da regência, ocasião em que, conforme já mencionado, os alunos ponderaram sobre o polímero mais adequado à confecção de determinados materiais:

[MARCOS] *Tão dizendo aí que é o PVC. Mas por que o PVC é o melhor?*

[MARCOS] *O PVC. Será que o PVC é bom pra isso? Por quê?*

Portanto, é digno de nota o fato de os licenciandos procurarem fomentar processos argumentativos durante sua regência, ao fornecerem evidências aos alunos e solicitarem justificativas para suas conclusões. Acreditamos que, aliado a outras razões, como a inexperiência didática, por exemplo, o tempo disponível foi fator preponderante para os tipos de ações presentes na regência, as quais possivelmente contribuíram para a não ocorrência das demais declarações referentes à categoria “justificar com evidências”.

Construir argumentos

Na regência em pauta verificamos que todos os licenciandos do grupo 3 elaboraram estratégias de ensino-aprendizagem que permitiam a solicitação aos alunos da construção de argumentos na forma escrita e oral. Relacionamos a ocorrência dessa solicitação ao formato adotado pelo grupo para a execução dos experimentos, no qual cada um deles tinha a atribuição de apresentar um ou mais tipos de polímeros e auxiliar os alunos na execução de testes físicos e químicos desses materiais.

Inicialmente o licenciando Marcos informou o que seria observado em cada teste e que posteriormente ajudaria a selecionar os polímeros adequados na etapa de solução dos problemas. O licenciando Carlos também se pronunciou dessa maneira, complementando as recomendações de Marcos no início da realização dos experimentos:

[MARCOS] *O que a gente vai fazer agora!? A gente separou aqui uma infinidade de plásticos (mostra exemplos). A gente vai fazer um experimento, com esses plásticos, e aí depois a gente vai pegar um plástico qualquer que a gente não conhece e vamos fazer esse mesmo experimento. Aí, a partir do que a gente observou do que a a gente conhece, a gente vai poder determinar que plástico é aquele. Deixa eu mostrar aqui que experimento é esse.*

[CARLOS] *Cada plástico que vocês estão vendo, eles têm uma numeração. Se vocês observarem, tem um rótulo, um simbolozinho, ele é que diz que tipo de plástico é. A numeração vai de 1 a 7, como vocês podem ver aí (aponta para slide), cada um desses é um tipo. Vamos falar de cada um deles, quanto mais você vem para a direita, ele se torna mais tóxico, ou então mais insolúvel, isso vai ser explicado em cada bancada. E a partir dessa numeração é que a gente vai fazer o experimento de vocês (...) no finalzinho tem um questionáriozinho fácil.*

Os fragmentos de fala a seguir exemplificam os momentos em que cada um dos quatro licenciandos conduziu sua parte do experimento:

[MARCOS] *Vamos imaginar que vocês são engenheiros da NASA, aí vocês têm que elaborar um objeto que seja um material que seja rígido e que seja duro. Por exemplo, vocês poderiam utilizar o polipropileno? (grifo nosso)*

[LÚCIA] *Agora o que a gente vai fazer: você receberam o material, eu pedi para vocês lerem, vocês leram e a gente vai fazer testes. Vamos pegar aqui esse polietileno e vamos fazer o teste de embranquecimento, ou seja, vamos dobrar e vamos observar se naquela dobra, houve aquela marquinha branca. Então eu vou deixar vocês fazerem. Podem ir passando para cada um...*

[CARLOS] *O que foi pedido para vocês fazerem foi embranquecimento e dureza, primeiro embranquecimento, podem tentar embranquecer, pode tentar...*

[RENATO] *Vamos fazer agora experimentos de caracterização do PET, iremos fazer basicamente dois experimentos, o de dureza e o de embranquecimento. Posteriormente, será feito o procedimento de pH, se esse polímero é ácido ou não, certo? (...) Vamos fazer primeiro o teste de dureza. Dobrem, vão dobrando e analisando se houve mudança de coloração...*

Outro momento em que esse tipo de solicitação foi identificada refere-se ao início da discussão sobre os problemas propostos no questionário, mediada pelo licenciando Marcos:

[MARCOS] *Pessoal, a gente tá com o tempo meio estourado, então não vai dar tempo de responder tudo. Então a gente vai responder a essas perguntinhas. Vocês receberam o questionário aí? Estão recebendo aí? Vamos lá para a primeira pergunta.*

Levando-se em consideração a natureza das atividades realizadas, compreendemos que os licenciandos procuraram fomentar processos argumentativos em sua regência. Em contrapartida, não podemos deixar de

mentonar o fato que nem todos os licenciandos conseguiram fazer solicitações as quais permitissem aos alunos avaliar as evidências observadas e a construir justificativas e conclusões para tal. Reiteramos que a quantidade de atividades previstas em relação ao tempo disponível contribuiu significativamente para os resultados alcançados, não possibilitando aos licenciandos trabalharem, por exemplo, as observações dos alunos, registradas durante os experimentos, e as conclusões por eles tomadas para a solução dos problemas propostos.

5.4.4 Projeto de regência 4: "Tu fumas, eu não fumo: nós fumamos"

O projeto escrito "Tu fumas, eu não fumo: nós fumamos!" foi proposto em sua primeira versão pela licencianda Helena, a ser realizado no terceiro ano do ensino médio. O projeto foi delineado de forma a ser aplicado em quatro etapas:

- Apresentação do tema: abertura da oficina com questionamentos sobre o hábito de fumar e os danos à saúde; introdução de conceitos químicos sobre hidrocarbonetos aromáticos por meio de exposição visual e leitura de artigos de divulgação científica;
- Formação de grupos e atividade experimental: realização de atividade experimental por meio da construção de um fumômetro, para que os alunos pudessem conhecer e simular as consequências que o hábito de fumar causa ao organismo;
- Verificação da aprendizagem: baseada em diálogo com alunos envolvendo questionamentos sobre os prejuízos do hábito de fumar para o organismo, meio ambiente e sociedade, assim como questões legais;
- Encerramento: produção de faixas e cartazes trazendo mensagens de alerta sobre os malefícios causados pelo consumo de cigarros.

Na explicitação dos objetivos observamos que a licencianda buscou, entre outras finalidades, incentivar a tomada de decisão e a capacidade argumentativa. Como justificativa para a realização do referido projeto na escola a licencianda enfatizou a necessidade de aproximar o ensino de ciências da realidade dos alunos, sendo esse fato, segundo ela, de relevante contribuição para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa dos conceitos científicos. A licencianda, portanto,

partiu do pressuposto que os estudantes envolvidos, uma vez cientes desses conceitos científicos e de suas influências no cotidiano, poderiam desenvolver sua capacidade argumentativa.

Na escolha do referido projeto para execução na escola, à licencianda Helena juntaram-se as licenciandas Márcia, Marina e Gabriela, as quais integraram o grupo 4. As licenciandas não fizeram alterações no projeto escrito para a aplicação na escola.

Na escola, foram utilizadas quatro horas para a realização da regência, das quais foram reservados trinta minutos para intervalo. Inicialmente a licencianda Márcia fez questionamentos aos alunos sobre o tabagismo, com o objetivo de identificar os seus conhecimentos prévios sobre a temática. Marina auxiliou a licencianda Márcia finalizando a primeira parte da regência, na qual apresentou os principais compostos do cigarro e os danos que o tabagismo causa ao corpo humano.

Posteriormente, a licencianda Gabriela ministrou uma aula expositiva sobre a química do carbono, enfatizando conceitos químicos relativos aos hidrocarbonetos aromáticos, por meio da exposição das principais estruturas dos compostos que compõem o cigarro. Na sequência, a licencianda Helena realizou a leitura com a turma de um texto elaborado pelo grupo intitulado “Apresento-lhes o cigarro”. Após a leitura, Helena apresentou e explicou como deveria ser manuseado o fumômetro e iniciou a atividade experimental que consistiu na utilização dos fumômetros pelos alunos divididos em grupos.

Após a realização do experimento os alunos confeccionaram faixas e cartazes que alertavam sobre os malefícios causados pelo consumo do cigarro e, em seguida, apresentaram suas conclusões oralmente.

Exemplificamos e discutimos as ações pró-argumentação identificadas ao longo da análise da regência das licenciandas Márcia, Marina, Gabriela e Helena (grupo 4), as quais encontram-se destacados no Quadro 17: falar e ouvir, posicionar-se na construção dos argumentos, justificar com evidências e construir argumentos. Passamos, a partir de agora, a exemplificar e discutir os momentos em que tais ações foram desencadeadas.

Quadro 17 - Identificação das declarações/afirmações/solicitações pró-argumentação das licenciandas do grupo 4, segundo o trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006).

CATEGORIAS DE SIMON, ERDURAN E OSBORNE (2006)	DECLARAÇÕES/AFIRMAÇÕES/SOLICITAÇÕES DOS PROFESSORES PARA DESENCADEAMENTO DOS PROCESSOS ARGUMENTATIVOS	MÁRCIA	MARINA	GABRIELA	HELENA	GERAL
Falar e ouvir	Incentiva a discussão entre os alunos					
	Incentiva os alunos a escutarem as opiniões dos colegas	X		X		X
Conhecer o significado do argumento	Define argumento					
	Apresenta exemplos de argumentos					
	Faz questionamentos sobre a dinâmica envolvida no processo de argumentação					
Posicionar-se na construção dos argumentos	Encoraja a apresentação das ideias dos alunos	X	X	X	X	X
	Incentiva os alunos a se posicionarem na apresentação das suas ideias					
	Valoriza diferentes pontos de vista dos alunos (usualmente na aplicação de estratégias de ensino mais elaboradas)					
Justificar com evidências	Avalia ou confere se as justificativas são subsidiadas por evidências					
	Fornecer evidências que subsidiem as ideias dos alunos	X	X	X		X
	Solicita justificativas para as conclusões dos alunos					
	Enfatiza a importância de apresentação de justificativas					
	Estimula a apresentação de novas justificativas em adição às apresentadas inicialmente					
Construir argumentos	Elabora estratégias de ensino-aprendizagem (ex: debates, resolução de problemas sociocientíficos etc) que permitam a solicitação aos alunos da construção de argumentos na forma escrita e oral			X	X	X
Avaliar argumentos	Incentiva a avaliação dos argumentos pelos alunos					
	Incentiva a reflexão sobre o que é necessário para a construção de um bom argumento, considerando as evidências que o sustentam					
Contra-argumentar/Debater	Incentiva a contra-argumentação frente a argumentos apresentados pelos colegas					
	Incentiva a contra-argumentação durante a realização de debates e interpretações de papel (<i>role-play</i>)					
Refletir sobre o processo de argumentação	Estimula a reflexão sobre os processos adotados pelos alunos para a construção do argumento					
	Questiona os alunos sobre as mudanças nas suas opiniões, decorrentes dos processos adotados para a construção do argumento					

Falar e ouvir

Com relação a esta categoria observamos apenas a ação de incentivar os alunos a escutarem as opiniões dos colegas. Esse tipo de declaração foi identificada nas falas das licenciandas Márcia e Gabriela. Tais ações foram desencadeadas, respectivamente, durante a aula introdutória, na identificação dos conhecimentos prévios, mediada pela licencianda Márcia, e ao final da atividade experimental, em uma explicação feita pela licencianda Gabriela:

[MÁRCIA] *Seu pai fuma. Como é conviver com um fumante. Vamos ouvir nossa colega.*

[MÁRCIA] *Nossa colega disse que convive com fumante, é o pai dela, só que ela disse que ele se preocupa com eles, ele se afasta para poder fumar.*

[GABRIELA] *A colega aqui perguntou: se o cigarro e o álcool fazem mal, porque que nós aceitamos?*

Vale ressaltar que esse tipo de ação não foi frequente na regência do grupo 4. Embora tenham sido planejadas atividades potencialmente favoráveis a esse tipo de solicitação, como o trabalho em grupo na execução dos experimentos, por exemplo, as licenciandas se voltaram a tirar dúvidas sobre sua execução, sem estimular os alunos, explicitamente, a falar e ouvir as opiniões de seus colegas. Embora esse tipo de atividade experimental não tenha contribuído para a articulação de ideias entre os alunos, por tratar-se da simulação de como a fumaça do cigarro é absorvida pelos pulmões. Segundo Souza (2010), esse tipo de atividade é metodologicamente relevante para o processo da escrita científica, uma vez que a realização de atividades experimentais desencadeadoras do processo de construção das comunicações discursivas são importantes pois, impedem que haja a assimilação da palavra vazia, conduzindo os estudantes a um processo de favorecimento da tomada de consciência em relação ao que está sendo estudado, proporcionando a aquisição, passo a passo, do conhecimento necessário para a aprendizagem.

Posicionar-se na construção dos argumentos

Para esta categoria foi observada apenas um tipo de solicitação: encorajar a apresentação das ideias dos alunos. Constatamos que todas as licenciandas se pronunciaram de tal forma na regência.

Os trechos a seguir exemplificam as declarações de Márcia que, no início da aula, procurou encorajar a apresentação das ideias dos alunos quando procurou identificar seus conhecimentos prévios acerca do tema cigarro:

[MÁRCIA] *O que vocês acham desse hábito? Hoje o que vocês têm a dizer sobre o cigarro?*

[ALUNOS] *Vício!*

[MÁRCIA] *Isso! Vício. Pode ser uma palavra. O que mais?*

[MÁRCIA] *Quem ganha com o tabagismo?*

[ALUNOS] *Os fabricantes!*

[MÁRCIA] *Os fabricantes, quem mais?*

No caso de Marina e Gabriela suas ações foram observadas durante a exposição sobre os riscos do cigarro à saúde e química do carbono, repectivamente, conforme ilustram os trechos a seguir:

[MARINA] *O que acham que causa o cigarro no cérebro?*

[ALUNOS] *Doenças!*

[MARINA] *Me citem uma?*

[GABRIELA] *O que a química orgânica estuda?*

[GABRIELA] *O que é o número atômico? O que o número atômico 'me diz'?*

A licencianda Helena procurou encorajar a apresentação das ideias dos alunos durante a leitura e discussão do texto “Apresento-lhes o cigarro”:

[HELENA] *As películas dos primeiros filmes norte-americanos propunham colocar o cigarro na boca de suas divas. O que a gente pode tirar disso aí? (grifo nosso)*

Percebemos, a partir dos exemplos apresentados, que as licenciandas procuraram, em todas as etapas da regência, dar oportunidade para que os estudantes expusessem suas ideias sobre o tema. Podemos sugerir, portanto, que esse tipo de postura reflete intenções em apoiar a ocorrência da argumentação em sala de aula. Em contrapartida, as discussões fomentadas durante a regência não se estenderam para o incentivo à tomada de posicionamento e à valorização de diferentes pontos de vista por parte das licenciandas, aspectos também sugeridos por Simon, Erduran e Osborne (2006) para a categoria em tela, e que permite aos indivíduos prosseguir com suas argumentações. Esse fato foi, por um lado, motivo de surpresa, uma vez que a natureza da temática escolhida, por sua presença no cotidiano e forte apelo social, assim como as estratégias adotadas, tinham potencial para estimular esse tipo de solicitação. Por outro lado, não podemos deixar de considerar que os licenciandos sujeitos desta pesquisa, assim como muitos outros,

não estão suficientemente habituados a argumentar, e que o processo de formação ao qual foram submetidos representa apenas um começo para o aprimoramento de ações que fomentam essa prática.

Justificar com evidências

Na regência em pauta observamos a ocorrência de apenas uma das cinco declarações sugeridas para esta categoria: fornece evidências que subsidem as ideais dos alunos. Esse tipo de declaração foi identificada nas falas das licenciandas Márcia, Marina e Gabriela, nos momentos em que ministraram suas partes da aula expositiva, conforme ilustram os trechos a seguir:

[MARCIA] *Há quatro décadas atrás a fama, o topo das paradas era o cigarro. Eu acho que se seu chegasse a 40 anos atrás, ou 30, numa turma, e perguntasse quem não era fumante, aí essa pessoa teria vergonha, pois todo mundo fumava. Era cigarro para todos os lados, na televisão, nas propagandas.*

[MARINA] *As (principais) substâncias químicas do cigarro (são): nicotina, monóxido de carbono, o alcatrão. A nicotina é altamente perigosa, quando você fuma ela entra em contato com a mucosa, aí ela entra na corrente sanguínea e vai parar no cérebro. E é aí como vicia.*

[GABRIELA] *O café age (de forma) semelhante à nicotina, e então vicia, é um alcalóide, tem essa propriedade de causar esse efeito no sistema nervoso, e aí a pessoa se sente relaxada.*

Portanto, verificamos que as licenciandos procuraram fornecer dados para os alunos de modo a fazê-los enriquecer suas justificativas e, conseqüentemente, fortalecer seus argumentos. No entanto, declarações referentes a avaliar ou conferir se as justificativas são subsidiadas por evidências, solicitar justificativas para as conclusões dos alunos, enfatizar a importância da apresentação de justificativas e estimular a apresentação de novas justificativas, em adição às apresentadas inicialmente, não foram observadas nas narrativas das licenciandas. Assim, podemos sugerir que o fornecimento de evidências de forma isolada não garante o desenvolvimento dessa habilidade na formação dos estudantes.

Construir argumentos

Ações que fomentaram a construção de argumentos, na qual as licenciandas elaboraram estratégias de ensino-aprendizagem que permitissem a solicitação dos alunos da construção de argumentos na forma escrita e oral foram observadas na regência do grupo 4. Esse tipo de solicitação foi feita pelas

licenciandas Gabriela e Helena, em três momentos distintos. A primeira situação envolveu a leitura do texto, ocasião em que Helena questionou os alunos e solicitou que apresentassem seus argumentos na forma oral, conforme ilustra o fragmento a seguir:

[HELENA] *Nós vamos ler ‘apresento-lhes o cigarro’. Quem lê? Começa aí! Bem aí a gente pode relacionar com o começo!*

No segundo momento, após a leitura do texto, Gabriela apresentou o fumômetro. A licencianda enfatizou que o experimento a ser executado permitiria que os alunos compreendessem a ação do cigarro no organismo, incentivando-os a apresentar seus argumentos na forma oral:

[GABRIELA] *Esse objeto aqui é o fumômetro. Vocês já ouviram falar no bafômetro, que mede a quantidade de álcool no organismo? Pois aqui tá o fumômetro. Aqui é uma demonstração de como é que o cigarro, a fumaça do cigarro, vai agir no organismo.*

O terceiro momento consistiu no incentivo à apresentação dos argumentos pelos alunos na forma escrita, ao final do experimento com o fumômetro, no qual os alunos tiveram tempo para elaborar cartazes, conforme ilustra o fragmento de fala a seguir:

[GABRIELA] *Vocês receberam, cada grupo, uma cartolina com pincéis, então se você, com que você aprendeu hoje, o que você diria para o mundo para combater esse vício?*

Levando-se em consideração a natureza das atividades realizadas – leitura e discussão de textos, experimentos para obtenção de dados e construção de cartazes –, compreendemos que as licenciandas Helena e Gabriela também contemplaram a intenção de solicitar que os alunos apresentassem seus argumentos na forma escrita e oral. Assim, destacamos que ambas promoveram ações referentes à construção de argumentos, embora Helena não tenha dado continuidade a esse incentivo no decorrer de suas ações, como por exemplo, quando trabalhou a leitura dos textos sem fomentar discussões. Ou seja, a licencianda se concentrou em fornecer dados aos alunos. Além disso, Gabriela, após a elaboração dos cartazes da última etapa, não procurou proporcionar um ambiente de discussão.

5.4.5 As regências dos licenciandos e o fomento à argumentação: análise global e implicações

No Quadro 18 temos as declarações identificadas nas regências de cada um dos grupos, no qual cada uma das colunas representa a ocorrência das narrativas que indicam ações pró-argumentação.

Quadro 18 - Identificação das declarações/afirmações/solicitações pró-argumentação dos licenciandos nos grupos 1, 2, 3 e 4, segundo o trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006).

CATEGORIAS DE SIMON, ERDURAN E OSBORNE (2006)	DECLARAÇÕES/AFIRMAÇÕES/SOLICITAÇÕES DOS PROFESSORES PARA DESENCADEAMENTO DOS PROCESSOS ARGUMENTATIVOS	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
Falar e ouvir	Incentiva a discussão entre os alunos	X			
	Incentiva os alunos a escutarem as opiniões dos colegas	X	X		X
Conhecer o significado do argumento	Define argumento				
	Apresenta exemplos de argumentos				
	Faz questionamentos sobre a dinâmica envolvida no processo de argumentação				
Posicionar-se na construção dos argumentos	Encoraja a apresentação das ideias dos alunos	X	X	X	X
	Incentiva os alunos a se posicionarem na apresentação das suas ideias	X			
	Valoriza diferentes pontos de vista dos alunos (usualmente na aplicação de estratégias de ensino mais elaboradas)	X			
Justificar com evidências	Avalia ou confere se as justificativas são subsidiadas por evidências				
	Fornece evidências que subsidiem as ideias dos alunos	X	X	X	X
	Solicita justificativas para as conclusões dos alunos	X	X	X	
	Enfatiza a importância de apresentação de justificativas				
	Estimula a apresentação de novas justificativas em adição às apresentadas inicialmente				
Construir argumentos	Elabora estratégias de ensino-aprendizagem (ex: debates, resolução de problemas sociocientíficos etc) que permitam a solicitação aos alunos da construção de argumentos na forma escrita e oral	X	X	X	X
Avaliar argumentos	Incentiva a avaliação dos argumentos pelos alunos				
	Incentiva a reflexão sobre o que é necessário para a construção de um bom argumento, considerando as evidências que o sustentam				
Contra-argumentar/Debater	Incentiva a contra-argumentação frente a argumentos apresentados pelos colegas				
	Incentiva a contra-argumentação durante a realização de debates e interpretações de papel (<i>role-play</i>)	X			
Refletir sobre o processo de argumentação	Estimula a reflexão sobre os processos adotados pelos alunos para a construção do argumento				
	Questiona os alunos sobre as mudanças nas suas opiniões, decorrentes dos processos adotados para a construção do argumento				

Nessa perspectiva, podemos inferir que a argumentação foi estimulada na regência dos grupos, uma vez que cinco das oito ações pró-argumentação sugeridas no trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006) foram identificadas nas regências de pelo menos um dos grupos: falar e ouvir, posicionar-se na construção dos argumentos, justificar com evidências, construir argumentos e contra-argumentar/debater. Por outro lado, ações relacionadas a conhecer o significado do argumento, avaliar argumentos e refletir sobre o processo de argumentação não foram observadas. Faremos considerações para cada uma das ações que fomentam processos argumentativos propostas no referido trabalho, contempladas ou não nas regências analisadas.

A partir do Quadro 18 é possível perceber que nas regências dos grupos 1, 2 e 4 a categoria falar e ouvir foi contemplada. Apenas no grupo 1 observamos o incentivo à discussão entre os alunos, enquanto que o segundo tipo de solicitação, incentiva os alunos a escutarem as opiniões dos colegas, foi verificado nas regências dos três grupos. Portanto, a regência do grupo 3 foi a única em que a ação de falar e ouvir não foi desencadeada.

Concordamos com Simon, Erduran e Osborne (2006) que tais ações refletem um processo de fomento à argumentação, pois, para que esta ocorra os alunos precisam ouvir uns aos outros e articular suas próprias ideias. Assim, é de extrema relevância que os professores os encorajem a escutar uns aos outros e a questionar o que o outro disse. Para os autores, esse tipo de declaração extrapola o diálogo em sala de aula para além do que é comumente realizado em aulas de ciências, nas quais os professores ouvem uma resposta, fazem uma avaliação e passam para outras questões. Logo, na perspectiva dos autores, saber ouvir o outro é pressuposto indispensável à ocorrência da argumentação em determinadas atividades em sala de aula. Podemos considerar, portanto, que os licenciandos desta pesquisa acreditam que essas ações são importantes para o desenvolvimento da argumentação, uma vez que quase todos os grupos dedicaram espaço em suas propostas para o desenvolvimento de tal ação.

Cabe também fazer considerações a respeito da influência das oficinas de formação em argumentação em relação ao planejamento e execução de ações pelos licenciandos com o intuito de promover a argumentação nos ambientes de ensino envolvidos. Acreditamos que as instruções fornecidas aos licenciandos especificamente na oficina de formação 2 – na qual um dos objetivos foi dar-lhes

conhecimento sobre estratégias de ensino promotoras da argumentação – e nas oficinas 5, 6 e 7 – quando foram submetidos a estratégias dessa natureza – podem ter contribuído consideravelmente para a escolha das ações desenvolvidas. De fato, Jiménez-Aleixandre et al. (2009) colocam que não é tarefa fácil para os professores elaborarem atividades que promovam tal habilidade, logo, um caminho adequado para familiarizá-los seria submetê-los ao que os autores chamam de “exemplos trabalhados” de atividades dessa natureza, com a intenção de que possam fazer uso desses exemplos ou adaptá-los em circunstâncias posteriores.

Nesse sentido, observamos que a natureza das estratégias escolhidas pelos licenciandos para as regências foi fator determinante na ocorrência de ações pró-argumentação. Nos projetos escritos, observamos que os licenciandos adotaram estratégias conhecidamente favoráveis à troca de ideias, avaliação de alternativas, solução de problemas e desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, como o debate e o *role-play*, por exemplo, enquanto que outros tipos não apresentam tão claramente esse potencial, como a aula expositiva, estratégia adotada em todas as regências.

Contudo, constatamos que a adoção de estratégias mais ou menos favoráveis à ocorrência de argumentação não é garantia de ações que busquem implementar essa prática. Conforme discutido anteriormente, os licenciandos, em muitos casos, não conseguiram desenvolver o que haviam proposto nos projetos escritos em sala de aula, demonstrando falta de preparo e insegurança na execução das estratégias de ensino selecionadas por eles. Em contrapartida, são dignas de nota as solicitações que refletem ações pró-argumentação observadas nas narrativas das licenciandas Ana (grupo 1), Carla (grupo 2) e Gabriela (grupo 4), por exemplo, as quais ficaram encarregadas em seus respectivos grupos de conduzir aulas expositivas. Logo, entendemos que a aula expositiva pode também assumir características que permitam aos alunos discutirem seus pontos de vista. Quando esse tipo de exposição passa para uma exposição dialogada, acaba por assumir características que podem contribuir com a ocorrência de argumentação. Segundo Anastasiou e Alves (2004), nesse tipo de estratégia o professor contextualiza o tema de modo a mobilizar as estruturas mentais dos estudantes para operar com as informações que eles trazem, articulando-as e mediando a compreensão crítica sobre o assunto. Desse modo, o foco é o diálogo com espaço para

questionamentos, críticas e solução de problemas, o que pode contribuir para a ocorrência de processos argumentativos.

Portanto, oportunas são as colocações de Ibraim (2015) relativas ao conhecimento para a ação docente em argumentação estar fortemente relacionado ao conhecimento de estratégias para favorecê-la, ou seja, o conhecimento sobre a variedade de ações que podem ser realizadas.

Outra ação pró-argumentação contemplada diz respeito à categoria posicionar-se na construção dos argumentos, a qual foi observada em todas as regências. Verificamos que a primeira declaração referente a esta categoria – encoraja a apresentação das ideias dos alunos – foi a única identificada na regência de todos os grupos. De fato, dar voz aos estudantes parece ser condição consensual para que processos argumentativos sejam estimulados. Nessa perspectiva, engajar os alunos em discussões é aspecto fundamental para que a argumentação ocorra (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al., 2009). Esse aspecto, portanto, parece ter sido bem compreendido pelos estudantes.

O segundo tipo de declaração, na qual procura-se incentivar os alunos a se posicionarem na apresentação das suas ideias, foi observada apenas na regência do grupo 1. Acreditamos que este fato decorra das características da estratégia adotada pelo grupo para a promoção da argumentação, no qual um debate com atribuição de papéis (*role-play*) encorajava, incentivava e valorizava os diferentes pontos de vista dos alunos. De fato, Simon, Erduran e Osborne (2006) ponderam que o uso de estratégias mais elaboradas, tais como debate e *role-play*, necessariamente, envolvem tomada de posicionamento. Logo, consideramos que tais estratégias, assim como a temática escolhida para a realização da regência, foram aspectos que favoreceram a ocorrência da argumentação em sala de aula.

Podemos sugerir também a significativa influência das oficinas de formação em argumentação na adoção dessa estratégia, uma vez que, especialmente durante as oficinas 5, 6 e 7, os licenciandos tiveram a oportunidade de expor e defender seus pontos de vista sobre as questões tratadas e apreciar as opiniões dos colegas. Na oficina 5, os licenciandos debateram sobre o entendimento que tiveram a respeito das distinções entre dados e justificativas advindos de textos de divulgação científica; na oficina 6 os licenciandos foram encorajados a construir e avaliar explicações para um fenômeno observado a partir de um experimento; na oficina 7 os licenciandos em grupos defenderam a melhor solução para um problema de

caráter socio científico. Ou seja, nas três ocasiões os licenciandos foram incentivados a apresentar suas ideias e a tomar posicionamento. Com relação a esse aspecto, Ibraim (2015) defende que o entendimento sobre as situações argumentativas pode contribuir para que o professor trabalhe com os alunos mobilizando-os na produção de argumentos.

A categoria justificar com evidências também ocorreu em todas as regências. As seguintes declarações pertencentes a essa categoria foram observadas: fornece evidências que subsidiem as ideias dos alunos (em todas as regências) e solicita justificativas para as conclusões dos alunos (nas regências dos grupos 1, 2 e 3).

Esse fato nos permite sugerir que os licenciandos perceberam o relevante papel das evidências e das justificativas na produção de argumentos em sala de aula. Acreditamos na influência do processo de formação pelo qual passaram para a adoção de tal postura. De forma semelhante, Zembaul-Saul (2009), após trabalhar o ensino por argumentação com professores em formação inicial, verificou que os sujeitos passaram a perceber a argumentação como algo importante e a dar mais importância às discussões em sala de aula.

Por outro lado, vale ressaltar que não foram identificadas declarações nas quais os licenciandos procuraram avaliar ou conferir se as justificativas eram apoiadas por evidências. Tal ação pode não ter sido realizada pelos licenciandos pelo fato de as evidências presentes nas justificativas dos alunos serem provenientes de suas estratégias no fornecimento de evidências, as quais envolveram variadas formas, como a exibição de vídeos, aula expositiva e leitura de textos. Dessa forma, os licenciandos podem ter julgado não ser necessária a avaliação ou conferência de evidências, uma vez que todas as justificativas estavam subsidiadas por evidências provenientes dessas ações.

Declarações nas quais os licenciandos deveriam enfatizar a importância da apresentação de justificativas e estimular a apresentação de novas justificativas em adição às apresentadas inicialmente também não foram observadas, ainda que tenham sido encorajados durante a participação nas oficinas de formação em argumentação, nas quais a construção e a importância do processo de justificação foram aspectos privilegiados. De acordo com Jimenez Aleixandre e Bustamante (2003), argumentos de boa qualidade são aqueles acompanhados de justificativas. Dessa forma, concordamos com Osborne, Erduran e Simon (2004) quando

salientam que há a necessidade de proporcionar aos estudantes uma visão de mundo que não seja singular, mas mostrando as pluralidades dos fenômenos e das evidências que podem ser utilizadas para dar qualidade ao argumento.

Ou seja, foi observado na análise de todas as regências que, embora tenham se preocupado em fornecer evidências que amparassem as ideias dos alunos e em solicitar justificativas para suas conclusões, os licenciandos não conseguiram estimular os alunos a prosseguir com suas argumentações, aspecto que seria favorecido se os demais tipos de declaração tivessem sido encorajadas pelos licenciandos.

Entretanto, atentamos para o fato de que apenas o reconhecimento dos professores sobre a importância de promover a argumentação em sala de aula e o conhecimento estrutural do argumento não são suficientes para que a prática da argumentação seja fomentada. A literatura aponta, em trabalhos que relacionam a formação de professores e a argumentação, que os professores, tanto em formação inicial como continuada, mesmo após serem submetidos a uma formação voltada à argumentação permaneceram com dificuldades em aplicar tais conhecimentos em sala de aula (MCNEILL; KNIGHT, 2013; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006). Especialmente com relação a professores em formação inicial, Ibraim (2015) aponta que o conhecimento sobre como inserir a prática argumentativa em sala de aula dependerá também de outros conhecimentos, como por exemplo aqueles adquiridos da prática docente, os quais ainda não são de domínio desses futuros professores.

A categoria construir argumentos, como indica o Quadro 18, foi contemplada em todas as regências, nas quais os licenciandos elaboraram estratégias de ensino-aprendizagem (ex: debates, resolução de problemas sociocientíficos etc) que permitiam a solicitação aos alunos da construção de argumentos na forma escrita e oral. Sobre esse aspecto observamos intenção por parte dos licenciandos em oferecer estratégias que julgaram favorecer processos argumentativos em sala de aula, como o *role-play*, debate, leitura e discussão de textos, e em inserir temáticas sociocientíficas, especialmente de caráter controverso, as quais contribuiriam para desencadear discussões e estimularam a tomada de decisão.

Nesse sentido, mais uma vez destacamos a contribuição das oficinas de formação em argumentação. Podemos sugerir que ações para essa categoria tenham sido diretamente influenciadas pela participação nas atividades de identificação e execução de estratégias pedagógicas voltadas à promoção da

argumentação em sala de aula (Oficina 2). O fato de terem sido submetidos às estratégias adotadas durante as oficinas para trabalharem aspectos voltados à argumentação também pode ter sido preponderante. Para isso, resgatamos como exemplo a postura adotada pelos licenciandos do grupo 1 em utilizar a estratégia pedagógica de debate associado ao *role-play* para desenvolver habilidades argumentativas nos alunos e o que foi realizado na oficina de formação 7 (argumentação e estudo de casos), na qual supostamente os licenciandos faziam parte de uma equipe de professores de química que buscava soluções para o problema da contaminação de crianças por bisfenol A, substância presente na composição de mamadeiras.

Sobre esse aspecto, Ibraim (2015) pondera que o conhecimento do professor relacionado a elaborar e trabalhar com atividades de ensino envolvendo argumentação é um importante elemento do conhecimento para a ação docente voltada a essa prática. Assim, é fundamental que o professor tenha conhecimento sobre as características dos materiais e estratégias favoráveis ao desenvolvimento da argumentação para que possa julgar a adequação dos mesmos frente aos seus objetivos de ensino.

A ação de contra-argumentar/debater foi verificada apenas na regência do grupo 1 (Quadro 18). A ação de contra-argumentar/debater é apontada por Simon, Erduran e Osborne (2006) como incomum nos discursos dos professores, a não ser quando a estratégia de ensino adotada favorece tal postura, como o debate, por exemplo. Nesse sentido, as ações adotadas na regência do grupo 1 corroboram as afirmações dos autores, pois ao adotar a estratégia de debate, declarações direcionadas a essa categoria foram privilegiadas.

Conforme indica o Quadro 18, ações que conduzissem os alunos a conhecer o significado do argumento não foram observadas nas regências dos grupos. De acordo com Simon, Erduran e Osborne (2006), esse processo envolve definir o que é um argumento, exemplificar o argumento para desenvolver uma compreensão sobre o seu significado e refletir sobre o processo de argumentação. Professores podem fazer tentativas de auxiliar os alunos a entender quais são os componentes de um determinado argumento. Isso pode ser feito, em nível básico, definindo o argumento. Isso pode ser realizado, também, quando o professor procurar exemplificar o argumento ou estimular reflexão sobre o processo de argumentação, procurando desenvolver a compreensão de seu significado.

Acreditamos que esse tipo de ação não tenha ficado evidente nas regências pelo fato de os licenciandos imaginarem que as formas de promover a argumentação em sala de aula não compreendem diretamente definir ou exemplificar o significado de um argumento ou fazer questionamentos sobre a dinâmica envolvida no processo de argumentação. Mas, sim, fazer com que os alunos se deparassem com situações em que se faz necessário argumentar, como por exemplo, quando os licenciandos do grupo 1 planejaram um debate para sua regência.

Cabe salientar que ações com o intuito de conduzir os licenciandos a conhecerem os componentes de um argumento foram realizadas durante as oficinas de formação em argumentação. Iniciativas dessa natureza foram evidentes especialmente nas oficinas 3, 4, 5, e 6. Na oficina 3 procuramos definir e apresentar a estrutura de um argumento, a partir da exposição de modelos, e propomos atividades em que os licenciandos identificaram os componentes estruturais de argumentos por eles produzidos; na oficina 4 solicitamos a construção de justificativas e conclusões baseadas em dados fornecidos sobre algumas reações químicas; na oficina 5 trabalhamos com os licenciandos a diferenciação entre dados e justificativas tendo dois textos de divulgação científica como fontes de dados e, por fim, na oficina 6, os licenciandos construíram dados e explicações para um fenômeno observado em uma atividade experimental. Para efeito de exemplificação, na oficina 4 o foco foi definir e diferenciar os componentes “dado” e “justificativa”. Durante a exposição dos resultados pelos licenciandos o professor teve a oportunidade de exemplificar os argumentos de acordo com o exposto por cada grupo, fazendo-os refletir sobre os argumentos apresentados na conclusão da atividade.

Durante a realização dessas atividades ficaram evidentes as dificuldades dos licenciandos em compreender e diferenciar tais elementos. Tais dificuldades, relatadas na literatura, foram reforçadas por Caio durante a entrevista semiestruturada:

[CAIO] *Tínhamos um experimento, tínhamos que tirar os dados, depois justificar cada um, então, à vezes, a gente acaba percebendo que não era suficiente a justificativa, ou até incoerente, mostrando que a gente identificava os dados mas não justificar (...) às vezes a gente encontrava a justificativa sem ter os dados, para poder juntar e um ser justificado pelo outro.*

Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014), buscando indícios sobre o quanto é válido, ou não, ensinar a argumentar, questionaram alunos se acreditavam que o ensino da argumentação por meio da exposição de um modelo é adequado, após terem sido submetidos a esse processo. A maioria dos alunos considerou que esse aspecto favoreceu a construção de argumentos de melhor qualidade. Por outro lado, as autoras também verificaram insatisfação por parte de alguns deles, os quais alegaram que o conhecimento das estruturas fornecidas no modelo desprivilegia a criatividade e a liberdade expressão.

Acreditamos que os aspectos apontados pelos estudantes envolvidos no trabalho de Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014), assim como os resultados aqui encontrados, refletem dificuldades de compreensão em relação a essas estruturas. No caso dos licenciandos, acreditamos que tais dificuldades tenham influenciado o fato de a categoria conhecer o significado do argumento não ter sido contemplada nas regências dos grupos.

McNeil e Knight (2013) corroboram nossas conjecturas ao defenderem que os professores precisam adquirir conhecimentos em argumentação para que possam atuar fomentando essa prática. Por outro lado, os autores constataram, em investigação na formação continuada de professores voltada à argumentação, que embora os professores tenham adquirido significativo entendimento sobre a estrutura de um argumento, ainda consideravam desafiador aplicar tais conhecimento em sala de aula. Ou seja, apenas o conhecimento sobre os elementos que compõem um argumento não é suficiente para que o professor saiba como instaurar um ambiente favorável à argumentação.

A partir do Quadro 18 é também possível observar que a categoria avaliar argumentos não foi contemplada em nenhuma das regências analisadas. Nessa categoria temos as ações que, na perspectiva de Simon, Erduran e Osborne (2006), ocorrem quando os professores incentivam a avaliação dos argumentos pelos alunos e a reflexão sobre o que é necessário para a construção de um bom argumento, considerando as evidências que o sustentam. Nas falas correspondentes a esse processo não identificamos as declarações/afirmações/solicitações listadas pelos autores nos discursos dos licenciandos.

Simon, Erduran e Osborne (2006) constataram que os professores costumam enfatizar a importância das evidências para a produção de bons

argumentos. Desse modo, representa uma intenção para a argumentação quando o tipo de enunciado envolve a reflexão sobre o que é necessário para a construção de um bom argumento, considerando as evidências que o sustentam. Distintamente, os licenciandos não conseguiram estender a noção de argumentar para além de definir e exemplificar, ou seja, não desenvolveram ações que levassem os alunos a valorizar suas evidências como forma de fortalecer seus argumentos. No entanto, esperávamos esse tipo de declaração por parte dos licenciandos, tendo em vista algumas das estratégias por eles adotadas, como por exemplo o debate e as discussões de cunho social que foram empreendidas durante as regências, as quais possuem como característica o processo de disputa de significados, sendo a avaliação e a reflexão parte dos subterfúgios adotados pelos participantes.

Esse aspecto foi também estimulado durante as oficinas de formação. Nas circunstâncias em que os alunos discutiram questões relacionadas às diferentes temáticas envolvidas nas oficinas, o professor se colocou como mediador para que avaliassem seus argumentos, chamando sua atenção para a importância das provas apresentadas e como elas subsidiavam as justificativas escolhidas. Todavia, constatamos que apenas esse conhecimento não pareceu ser suficientes para que os licenciandos inserissem esses aspectos em sala de aula.

Assim, a partir da análise das regências compreendemos que o conhecimento sobre a estrutura do argumento e de materiais e estratégias que fomentam a sua elaboração não foram suficientes para o pleno desenvolvimento da habilidade dos licenciandos em promover a argumentação nas suas regências. É também bastante significativo o papel da capacidade que possuem para conduzir situações que favoreçam essa prática em sala de aula.

Do mesmo modo, no Quadro 18 é possível perceber que ações relativas à categoria refletir sobre o processo da argumentação não foram identificadas. Simon, Erduran e Osborne (2006) apontam que ao se manifestarem com a intenção de estimular a reflexão sobre os processos adotados pelos alunos para a construção do argumento ou questionar os alunos sobre as mudanças nas suas opiniões, decorrentes dos processos adotados para a construção do argumento, os professores interpelam outros processos de argumentação, como tomar uma posição, avaliar e contra-argumentar. Os autores constataram que, intervindo dessa forma, alguns professores fornecem espaço para que seus alunos reflitam sobre seus argumentos.

Diante desse fato, como nas regências analisadas não foram observadas ações que incentivaram a tomada de posicionamento e contra-argumentação (com exceção do grupo 1), não é surpreendente que iniciativas voltadas à reflexão sobre os argumentos não tenham sido observadas. Isso se daria, por exemplo, se os licenciandos tivessem lançado mão de questionamentos direcionados aos alunos para que procurassem reconhecer se seus posicionamentos eram os mais adequados ou se seria mais apropriado mudar de opinião.

Consideramos, ainda, que o fato de não terem sido identificadas nas falas dos licenciandos solicitações de avaliação dos argumentos pelos alunos pode ter sido determinante na obtenção desses resultados. Acreditamos que, por ocasião das oficinas de formação, os licenciandos tenham vivenciado situações em que precisaram refletir sobre o processo de argumentação. Podemos relatar que nas oficinas 5 e 6, por exemplo, nas quais fazia-se necessário defender pontos de vista a respeito da diferença entre dados e justificativas presentes em textos de divulgação científica e sobre as explicações para um fenômeno, os licenciandos por vários momentos foram instigados a refletir e a mudar de posicionamento frente às colocações dos colegas e do professor.

Acreditamos, no entanto, que as contribuições do processo de formação não são imediatas e dependem de outros aspectos para que ações que fomentam a argumentação, em sua variedade e efetividade, sejam realizadas. Vale lembrar que os licenciandos sujeitos desta pesquisa, em sua maioria, não possuíam experiência didática e estavam, na época da coleta de dados, no primeiro momento do estágio de docência. Pesa, ainda, o fato de que situações de ensino voltadas à exposição de ideias, avaliação de alternativas e tomada de posição ainda são raras, tanto no ensino básico, como nos cursos de formação. Portanto, o fato de algumas ações que fomentam processos argumentativos não terem sido observadas não sugere que a argumentação não tenha sido estimulada pelos licenciandos. Logo, entendemos que devemos direcionar nosso olhar para as ações identificadas como significativas e indicativas das contribuições das oficinas na formação de licenciandos que reconheçam a argumentação como um objetivo pedagógico fundamental.

Podemos sugerir, portanto, que os resultados apontam uma evolução na argumentação dos licenciandos envolvidos de forma similar, ainda que tenham sido observadas distinções entre as regências, e entre os licenciandos do mesmo grupo.

Isso indica que o processo de formação em argumentação não atinge os participantes da mesma forma, fato que é corroborado no trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006), os quais verificaram que embora tenham sido instruídos sobre argumentação por meio da mesma ferramenta, apresentaram padrões de promoção de argumentação diferentes. Nesse sentido, consideramos a relevância do processo de formação, o qual ofereceu oportunidades de os licenciandos desenvolverem seus conhecimentos sobre argumentação para que possam ensinar ciências buscando essa prática.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho investigamos questões relacionadas à inserção da argumentação na formação inicial de professores de química. Uma revisão bibliográfica sobre a temática em pauta, nos cenários nacional e internacional, revelou que as pesquisas não se concentram apenas na investigação da qualidade dos argumentos produzidos por professores em formação inicial ou continuada, mas também estão voltados à análise da prática resultante da formação em argumentação e reflexões teóricas acerca do contexto de sua introdução, utilização e adaptação em ambientes de ensino. Alguns autores assinalam que o estabelecimento de situações argumentativas em ambientes de formação podem proporcionar a criação de um ambiente encorajador em que licenciandos e professores adquiram segurança e envolvimento com práticas científicas e argumentem em suas aulas de ciências.

Este cenário, portanto, indica a necessidade de investigações como a desenvolvida nesta tese, na qual elaboramos e implementamos oficinas de formação em argumentação em uma disciplina de Estágio Supervisionado em Química, com o intuito de explorar diversos aspectos pertinentes à inserção dessa prática no ensino de ciências. Dessa forma, trabalhamos questões relacionadas aos objetivos e à importância da temática para o ensino de ciências e aos elementos fundamentais para o seu desenvolvimento. A participação nas oficinas também permitiu aos licenciandos a inserção em situações argumentativas, como a discussão de temas científicos e sociocientíficos, o tratamento dos componentes estruturais do argumento, o conhecimento de objetivos e estratégias favorecedores da argumentação.

O processo de formação culminou na elaboração de projetos de regência pelos licenciandos visando à prática da argumentação no ensino básico de química. Assim, a trajetória dos licenciandos durante as etapas de formação em argumentação e construção/aplicação dos projetos de regência se constituiu ensejo para buscar respostas às seguintes questões de pesquisa: Como os licenciandos avaliam a validade ou aceitação de explicações alternativas para fenômenos naturais? Quais são as características dos argumentos que os licenciandos produzem com o objetivo de respaldar uma explicação escolhida para a ocorrência

de um fenômeno natural? Em que medida os licenciandos valorizam a argumentação científica como uma alternativa de melhorar o ensino e a aprendizagem de ciências? Em qual extensão as oficinas pedagógicas potencializaram a prática dos licenciandos na realização de aulas que fomentam a argumentação?

Para responder à primeira questão de pesquisa (Como os licenciandos avaliam a validade ou aceitação de explicações alternativas para fenômenos naturais?), lançamos mão dos argumentos produzidos em uma das oficinas, na qual foi realizada uma atividade experimental sobre a capacidade calorífica da água, com o intuito de compreender como os licenciandos buscaram explicações para a ocorrência do fenômeno observado. Para isso utilizamos o trabalho de Sampson e Blanchard (2012), no qual descreveram as estratégias adotadas por professores de ciência na construção de argumentos escritos para avaliar explicações alternativas para fenômenos naturais.

Ao compararmos as estratégias adotadas pelos licenciandos na escolha de explicações para o fenômeno observado com aquelas identificadas por Sampson e Blanchard (2012), verificamos a ocorrência de três estratégias apontadas pelos autores. A estratégia de utilizar os dados como fonte de evidências para apoiar a explicação foi a mais comum, tendo sido utilizada pelos três grupos, uma vez que fizeram uso de dados para apoiar a validade das explicações escolhidas e encadeamentos lógicos para demonstrar que as explicações apresentadas por eles eram verdadeiras. Isso sugere que os licenciandos perceberam a necessidade de empregar os dados disponíveis para apoiar a validade da explicação escolhida.

Outra estratégia observada foi apontar porque as explicações rejeitadas eram insuficientes. Verificamos a adoção dessa estratégia por dois dos três grupos, a qual se caracteriza pela tentativa de persuadir o receptor a abandonar uma explicação e forçar a aceitação da outra. Assim, foi observado que os licenciandos que adotaram essa estratégia, além de terem utilizado dados para apoiar a validade da explicação escolhida, subsidiaram a sua avaliação com a apresentação de razões que justificassem a rejeição de determinadas alternativas de explicação.

A última estratégia observada, utilizada por apenas um dos grupos, consistiu em fornecer uma série de dados com a finalidade de garantir a veracidade da explicação. Tal estratégia demonstra valorização por parte dos licenciandos sobre a importância dos dados na fundamentação de explicações para um fenômeno, uma

vez que buscaram agregar elementos que fortalecessem a sua avaliação sobre a explicação em questão.

Diante das considerações apresentadas, podemos sugerir que os licenciandos se aproximaram da argumentação científica, uma vez que lançaram mão de estratégias que a sustentam para avaliar a validade ou aceitação de explicações alternativas para um fenômeno natural. Acreditamos que as discussões sobre a estrutura do argumento, em particular o Modelo de Toulmin (2001), ocorridas durante as oficinas em argumentação, contribuiu significativamente para a adoção das referidas estratégias. Atribuímos esses resultados também ao contexto em que foram avaliadas as explicações alternativas, pois a atividade experimental pode ter permitido aos licenciandos vislumbrar os fenômenos, favorecendo o uso de dados como fonte de evidências para apoiar a explicação.

Cabe ainda destacar que, embora as estratégias empregadas pelos licenciandos tenham se mostrado condizentes com a expectativa da construção de uma argumentação científica, em dois grupos a avaliação final sobre a validade das explicações se baseou em dados que não se sustentavam frente às evidências empíricas. Um dos grupos também se equivocou ao fazer uma afirmação que não se sustentava frente a tais evidências. Consideramos que as situações observadas podem ser resultantes da ausência de habilidade de observação dos licenciandos em relação ao experimento e de compreensão conceitual, fatos que prejudicam a interpretação correta sobre o fenômeno.

Portanto, os resultados apresentados ressaltam a relevância de atividades que requerem o uso de dados para avaliar determinado conhecimento no fomento ao desenvolvimento de competências científicas, as quais permitem identificar questões que podem ser respondidas com base em evidências. Mostraram, ainda, a relevância da identificação das estratégias adotadas na construção de explicações para um fenômeno natural, pois permitiram compreender o processo de construção dos argumentos pelos licenciandos e verificar as contribuições da formação em argumentação.

O Modelo de Sampson e Blanchard (2012) forneceu subsídios, ainda, na busca de respostas à segunda questão de pesquisa: quais são as características dos argumentos que os licenciandos produzem com o objetivo de respaldar uma explicação escolhida para a ocorrência de um fenômeno natural? Os autores definem argumentação científica como uma prática de construção de conhecimento

e validação, na qual indivíduos tentam estabelecer ou validar uma conclusão, explicação ou conjectura, com base em fundamentos. Dessa forma, o Modelo de Argumentação proposto permitiu utilizar critérios para avaliar a qualidade de um argumento, sendo eles de natureza empírica, teórica e analítica.

Com relação às principais características dos argumentos elaborados pelos licenciandos, observamos que a utilização de tais critérios foi variável entre os três grupos analisados. Nos argumentos produzidos em um dos grupos foi possível observar a utilização de critérios empíricos, teóricos e analíticos. Foi verificada a relação entre a explicação e as evidências disponíveis (critérios empíricos) e as teorias pertinentes (critérios teóricos), bem como foi realizada uma interpretação consistente com as evidências observadas e as concepções teóricas apresentadas (critérios analíticos). Com isso, pôde-se constatar que esses licenciandos conseguiram construir um argumento adequado em torno da explicação para o fenômeno observado.

Por outro lado, nos outros dois grupos verificamos dificuldades na construção dos argumentos e na contemplação dos diferentes critérios, dentre as quais destacamos: falta de relação entre a explicação e as evidências disponíveis; explicações insuficientes do ponto de vista teórico; explicações que não sustentavam as conclusões; falta de compreensão sobre as relações entre dados teóricos e empíricos.

Por conseguinte, ainda que tenham participado de discussões que envolviam o conhecimento e o uso dos elementos de um argumento durante as oficinas em argumentação, os licenciandos tiveram exatamente a articulação desses elementos como obstáculo ao seu envolvimento em um discurso argumentativo. Logo, essas constatações sinalizam a necessidade de períodos mais longos para a prática da argumentação científica, de modo que os licenciandos possam adquirir conhecimentos mais sedimentados sobre os aspectos que a constituem. Ademais, tais resultados atestam considerações advindas da literatura de que apoiar e desenvolver a argumentação em contextos científicos é mais difícil que em contextos sociocientíficos.

Os resultados permitiram, também, identificar as fontes de equívocos conceituais dos licenciandos e evidenciaram a necessidade de valorizar a aprendizagem conceitual dos professores durante seu processo de formação, uma

vez que o entendimento conceitual condiciona a capacidade dos estudantes para explicar, com fundamentação, seus pontos de vista.

Para respondermos à terceira questão de pesquisa (Em que medida os licenciandos valorizam a argumentação científica como uma alternativa de melhorar o ensino e a aprendizagem de ciências?), nos pautamos na análise dos projetos de regência elaborados pelos licenciandos e nas entrevistas semiestruturadas realizadas ao final do processo de formação.

A partir da leitura dos projetos foi possível verificar a adoção de temáticas tanto científicas, como sociocientíficas. Esse fato reflete um indício de compreensão por parte dos licenciandos sobre como favorecer a ocorrência da argumentação em sala de aula, uma vez que a natureza das questões influencia diretamente no envolvimento dos alunos e que, tão importante quanto o conhecimento conceitual são os valores.

Foi possível também observar a adoção de estratégias de ensino condizentes com o que é proposto nas pesquisas como promotoras da argumentação pelos licenciandos na elaboração de seus projetos de regência, como aula expositiva dialogada, grupos de discussão, trabalho em grupo, debate, *role-play*, atividades experimentais, tratamento de problemas autênticos, leitura e discussão de textos, entre outras.

No delineamento dos objetivos dos projetos dos licenciandos também verificamos coerência com o que tem sido associado à prática da argumentação, como: promover a argumentação (como a própria expressão demonstra), favorecer a aprendizagem de conceitos, desenvolver o senso crítico, estimular a capacidade de tomada de decisão e propiciar visões adequadas sobre a natureza da ciência.

Em oposição, constatamos também que os licenciandos elencaram objetivos que aparentemente não indicam relação direta com a argumentação, os quais envolvem desenvolver a capacidade de trabalho em grupo, incentivar a interação aluno-aluno e professor-aluno, compreender relações CTSA e desenvolver habilidades de comunicação. Entretanto, a existência de trabalhos reportados na literatura que corroboram as escolhas dos licenciandos nos permitiram vislumbrar as relações desses objetivos com a argumentação.

Podemos especular que as estratégias escolhidas e os objetivos pretendidos pelos licenciandos na elaboração de suas regências são resultantes da participação nas oficinas de formação em argumentação, cujas atividades envolveram a

identificação e execução de estratégias promotoras da argumentação em sala de aula e foram projetadas tendo em vista o estímulo à construção de argumentos. Nelas, os licenciandos foram instigados a trocar ideias em pequenos grupos, avaliar questões propostas, exercitar o senso crítico e a capacidade de tomada de decisão, discutir questões sociais pertinentes e tratar conceitos científicos por meio da identificação de evidências e construção de justificativas para os fenômenos, a fim de obterem conclusões para as situações estudadas. Assim, podemos sugerir que os objetivos subjacentes ao propósito de formar os licenciandos em argumentação podem ter contribuído no delineamento de projetos voltados a práticas argumentativas.

De fato, a argumentação como ferramenta de aprendizagem de conceitos científicos, possibilidade de discussão de problemas autênticos, desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão e caminho para uma formação voltada à cidadania, entre outros, são aspectos que receberam atenção por pesquisadores que investigam seus benefícios ao ensino de ciências. Portanto, podemos sugerir que os aspectos apontados pelos licenciandos refletem o modo como valorizam a argumentação científica, o qual também pode ser resultante da participação no processo de formação.

Lançamos mão do trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006) para responder à última questão de pesquisa: em qual extensão as oficinas pedagógicas potencializaram a prática dos licenciandos na realização de aulas que fomentam a argumentação? Para tanto, analisamos as regências por eles realizadas no ensino básico com a finalidade de verificar a forma como se apropriaram do discurso argumentativo nas situações de ensino analisadas e a influência do processo de formação em argumentação como promotora de posturas dessa natureza.

Nessa perspectiva, podemos inferir que a argumentação foi estimulada na regência dos grupos, uma vez que cinco das oito ações pró-argumentação sugeridas no trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006) foram identificadas nas regências de pelo menos um dos grupos: falar e ouvir, posicionar-se na construção dos argumentos, justificar com evidências, construir argumentos e contra-argumentar/debater.

Nas regências de três dos quatro grupos a ação de falar e ouvir foi contemplada, a qual envolve o incentivo aos alunos para que discutam entre si e escutem as opiniões dos colegas. Tal ação reflete aspecto inerente à argumentação,

uma vez que requer que os envolvidos escutem uns aos outros e articulem suas ideias. A ação relacionada a posicionar-se na construção dos argumentos foi observada em todas as regências, sendo a primeira declaração referente a esta categoria – encoraja a apresentação das ideias dos alunos – a única identificada na regência de todos os grupos. Esse fato reflete, portanto, compreensão por parte dos licenciandos sobre a importância de engajar os alunos em discussões para a ocorrência da argumentação.

A categoria justificar com evidências também ocorreu em todas as regências, especificamente as declarações relacionadas a fornecer evidências que subsidiem as ideias dos alunos e solicitar justificativas para as conclusões dos alunos, nos permitindo sugerir que os licenciandos perceberam o relevante papel das evidências e das justificativas na produção de argumentos em sala de aula. Em contrapartida, não foram identificadas declarações nas quais os licenciandos procuraram avaliar ou conferir se as justificativas eram apoiadas por evidências, enfatizar a importância da apresentação de justificativas e estimular a apresentação de novas justificativas em adição às apresentadas inicialmente, ainda que tenham sido encorajados durante a participação nas oficinas de formação em argumentação, nas quais a construção e a importância do processo de justificação foram aspectos privilegiados.

A categoria construir argumentos foi contemplada em todas as regências, nas quais os licenciandos elaboraram estratégias de ensino que permitiam a solicitação aos alunos da construção de argumentos nas formas escrita e oral. A ação de contra-argumentar/debater foi verificada apenas em uma regência, na qual foi adotada uma estratégia conhecidamente favorável a esse tipo de postura, o debate, o qual privilegiou esse tipo de declaração.

Por outro lado, ações relativas a conhecer o significado do argumento, avaliar argumentos e refletir sobre o processo de argumentação não foram observadas. Com relação à primeira, acreditamos que essa ação não tenha ficado evidente nas regências pelo fato de os licenciandos imaginarem que as formas de promover a argumentação em aula não compreendem diretamente definir ou exemplificar o significado de um argumento, mas envolvê-los em situações em que se faz necessário argumentar.

Sobre a categoria avaliar argumentos, verificamos que os licenciandos não desenvolveram ações que levassem os alunos a valorizar suas evidências como

forma de fortalecer seus argumentos. No entanto, esperávamos esse tipo de declaração por parte dos licenciandos, tendo em vista algumas das estratégias por eles adotadas, como o debate e discussões de problemas autênticos, as quais possuem o processo de disputa de significados, a avaliação e a reflexão como características.

Acreditamos que a ausência de iniciativas voltadas à reflexão sobre os argumentos nas regências dos licenciandos podem ser resultantes da ausência de ações que incentivassem a tomada de posicionamento e a contra-argumentação, assim como solicitações de avaliações de argumentos.

Cabe fazer considerações a respeito da influência das oficinas de formação com respeito às ações pró-argumentação contempladas. Acreditamos que as instruções fornecidas aos licenciandos podem ter contribuído consideravelmente para a postura adotada em suas regências. Cumpre mencionar que, por ocasião das oficinas, os licenciandos foram submetidos a situações argumentativas, as quais se refletiram em suas regências. Tais resultados nos permitem afirmar que, embora a adoção de estratégias mais ou menos favoráveis à ocorrência de argumentação não seja garantia de ações que busquem implementar essa prática, o conhecimento para a ação docente em argumentação está fortemente relacionado ao conhecimento de estratégias para favorecê-la, ou seja, o conhecimento sobre a variedade de ações que podem ser realizadas.

Vale frisar, ainda, que durante a realização dessas atividades ficaram evidentes as dificuldades dos licenciandos em articular os elementos estruturais do argumento, ainda que tenham trabalhado essas questões durante as oficinas de formação em argumentação. Esse fato nos permite constatar que apenas esse conhecimento não pareceu ser suficiente para que os licenciandos inserissem esses aspectos em suas regências, sugerindo ser necessário que desenvolvam outros conhecimentos além do conhecimento estrutural do argumento para que possam trabalhar a argumentação em ambientes de ensino.

Por fim, podemos considerar significativos os resultados, tanto relacionados à construção dos argumentos pelos licenciandos, como às ações por eles realizadas na elaboração e execução de projetos voltados à argumentação no ensino de química. Nesse sentido, sugerimos a relevância do processo de formação, o qual representou uma iniciativa de implementação dessa prática em um ambiente de formação notadamente carente de discussões dessa natureza e contribuindo para a

aquisição de conhecimentos deveras relevantes à sua formação e a de seus futuros alunos.

Os resultados sinalizam, ainda, alguns aspectos importantes que podem ser considerados nos estudos sobre a implementação dessa prática nos ambientes de formação inicial de professores de ciências. Primeiramente destacamos que processos de formação em argumentação, como o vivenciado pelos sujeitos desta pesquisa, necessitam de mais tempo para que sejam mais bem sucedidos, o que permitiria que os licenciandos participassem de um maior número de situações em que pudessem argumentar e compreender os elementos que caracterizam essa prática. Seria possível ainda ao formador fornecer o *feedback* necessário para que tomem conhecimento de equívocos e possam regular o processo de produção de seus argumentos.

Entendemos também que, da mesma forma que precisam de mais oportunidades para argumentar de modo que possam, cada vez mais, construir bons argumentos, os licenciandos também necessitam de mais situações em que possam construir e implementar atividades didáticas voltadas à argumentação. Nesse sentido, disciplinas como o Estágio Supervisionado constituem um ambiente bastante propício para que os aspectos teóricos e práticos relacionados à preparação de intervenções voltadas a essa prática sejam discutidos entre formador e licenciandos, como também permitem avaliar esses aspectos a longo prazo, se levarmos em conta a carga horária relativamente alta destinada a essas disciplinas nos currículos de licenciatura.

Portanto, acreditamos que uma vez contemplados esses aspectos, poderemos alcançar contribuições cada vez mais significativas a respeito da inserção da argumentação na formação de professores e, conseqüentemente, nas salas de aula de ciências.

REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. In: PROCESSOS de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, 2004. p. 57-99.

ARCHILA, P. A. La investigación em argumentación y sus implicaciones em la formación inicial de profesores de ciencias. **Revista Eureka sobre Enseñaza y Divulgación de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 361-375, 2012.

ASSIS, A., TEIXEIRA, O. P. B. Argumentações discentes e docente envolvendo aspectos ambientais em sala de aula: uma análise. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 1, p. 47-60, 2009.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2001. 911 p.

AYDENIZ, M.; GÜRÇAY, D. Assessing quality of pre-service physics teachers' written arguments. **Research in Science and Technological Education**, v. 31, n. 3, p. 269-287, 2013.

BACHARA, E. J. H.; LOUREIRO, P. M. L.; SILVA, A. L. M.; BAGATTINI, R.; STEVANI, C. V.; CAMPOS, I. P. A.; BARRETTO, F. P. Atratores luminosos: poluição na costa brasileira. **Revista Ciência Hoje**, Edição 257, p.43-48, 2009.

BAILER, C; TOMICH, L. M. B.; D'ELY, R. C. S. Planejando como processo dinâmico: a importância do estudo piloto para uma pesquisa experimental em linguística aplicada. **Revista Intercâmbio**, v. 24, p. 129-146, 2011.

BESSA, C. M. B. **Argumentação e letramento nas aulas de produção de textos do 5º ano do ensino fundamental**. 2010. 155 f. Dissertação (Mestrado em linguística) – Departamento de Linguística, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2010.

BRADY, J. E.; SENESE, F. **Química, a matéria e suas transformações**. Livros Técnicos e Científicos: Rio de Janeiro, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretária de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília, MEC/SEF, 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>>. Acesso em: 02 de setembro de 2015.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 02 de setembro de 2015.

- BRAUND, M; LUBBEN, F.; SCHOLTZ, Z.; SADECK, M.; HODGES, M. Comparing the effect of scientific and socio-scientific argumentation tasks: lessons from south Africa. **School Science Review**, v. 88, n. 67, p. 324, 2007.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P.; SILVA, D. Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em sala de aula de física. **Ensaio**, v. 2, n. 2, 2001.
- CETIN, P. S. Explicit argumentation instruction to facilitate conceptual understanding and argumentation skills. **Research in Science and Technological Education**, v. 32, n. 1, p. 1-20, 2014.
- CEZAR, E. S.; SANTOS, N.; PRATES, R. O. O uso de scaffolds no projeto de software educacional. **Cadernos do IME - Série Informática**, v. 22, p. 1-7, 2006.
- CHIARO, S.; LEITÃO, S. O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 18, n. 3, p. 350, 2005.
- CIRINO, M. M.; SOUZA, A. R. O discurso de alunos do ensino médio a respeito da “camada de ozônio”. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 115-134, 2008.
- ÇOBAN, G. U. The effects of inquiry supported by argument maps in Science process skills and epistemological views of prospective science teachers. **Journal of Baltic Science Education**, v. 12, n. 3, p. 271-288, 2013.
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Argumentação na solução de problemas ambientais por estudantes de biologia do ensino superior. **Educação em Revista**, v. 31, n. 1, 2015.
- COSTA, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objectivo pedagógico fundamental. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 5, n. 46, 2008.
- DAWSON, V. M.; VENNVILLE, G. Teaching strategies for developing student’s argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. **Research Science Education**, v. 40, p. 133-148, 2010.
- DUMRAUF, A.; CORDEIRO, S. La enseñanza de la termodinámica a través de procesos argumentativos. **Enseñanza de las Ciencias**, volume extra, p. 1-4, 2005.
- DUSCHL, R. La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 1, p. 3, 1998.
- FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Traços de cientificidade, didaticidade e laicidade em artigos da revista ‘ciência hoje’ relacionados à química. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 4, p. 947-969, 2013.

FREITAS, D.; VILLANI, A.; ZUIN, V. G.; REIS, P; OLIVEIRA, H. T. A natureza dos argumentos na análise de temas controversos: estudo de caso na formação de pós-graduandos numa abordagem CTS. In: COLÓQUIO LUSO-BRASILEIRO SOBRE QUESTÕES CURRICULARES, 3., 2006, Braga-Portugal. **Anais...** Disponível em: < http://www.academia.edu/1381632/A_natureza_dos_argumentos_na_an%C3%A1lise_e_de_temas_controversos_estudo_de_caso_na_forma%C3%A7%C3%A3o_de_p%C3%B3s-graduandos_numa_abordagem_CTS>. Acesso em: 04 set 2015.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, 326-331, 2004.

GODY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

HEWSON, M. G.; OGUNNIYI, M. B. Argumentation-teaching as a method to introduce indigenous knowledge into science classrooms: opportunities and challenges. **Cultural Studies of Science Education**, v. 6, p. 679-692, 2011.

IBRAIM, S. S. **Análise das influências do ensino explícito de argumentação nos conhecimentos docentes sobre argumentação de professores de química em formação inicial**. 2015. 253 f. Dissertação (Mestrado em educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2015.

ISLAS, S. M.; SGRO, M. R.; PESA, M. A. La argumentación en la comunidade científica y em la formación de profesores de física. **Ciência e Educação**, v. 15, n. 2, p. 291-304, 2009.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 2, p. 203, 1998.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas**. Barcelona: Graó, 2010. 200 p.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; AGRASO, M. F. A argumentação sobre questões sociocientíficas: proceso de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. **Educação em Revista**, v. 43, p. 13-33, 2006.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; BUSTAMANTE, J. D. Discurso de aula y argumentación em la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológica”. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n.3, p. 359, 2003.

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P.; DÍAZ , B. J. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciências: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 3, p. 359-370, 2003.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in science education: an overview. In: ERDURAN, S.; JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. **Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2008. p.3-27.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; OTERO, J. R. G.; SANTAMARÍA, F. E.; MAURIZ, B. P. **Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias**. Danú: Santiago de Compostela, 2009. 46 p.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; PUIG, M.B. Argumentación y evaluación de explicaciones causales em ciencias: el caso de la inteligencia. **Alambique**, v. 63, p. 11-18, 2010.

KAYA, E. Argumentation practices in classroom: pre-service teachers' conceptual understanding of chemical equilibrium. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 7, p. 1139-1158, 2013.

KOLSTON, S. D. Patterns in student's argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 14, p. 1689, 2006.

KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, v. 80, n. 6, p. 673, 1996.

KOTZ, J. C. T; TREICHEL; P. M.; WEAVER, G. C. **Química geral e reações química**. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 708 p.

KUHN, L.; KENYON, L.; REISER, B. J. Fostering Scientific Argumentation by Creating a Need for Students to Attend to Each Other's Claims and Evidence. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE FOR THE LEARNING SCIENCES**, 7, 2006, Bloomington. **Proceedings...** Disponível em: <
http://delivery.acm.org/10.1145/1160000/1150088/p370-kuhn.pdf?ip=143.107.237.17&id=1150088&acc=ACTIVE%20SERVICE&key=344E943C9DC262BB.0DBCED839AA5AFE8.4D4702B0C3E38B35.4D4702B0C3E38B35&CID=543055736&CFTOKEN=74613314&__acm__=1441372804_4e1cdc3cabef790271cfab00bc67b462>. Acesso em: 04 set 2015.

LAWSON, A. E. Sound and faulty arguments generated by preservice biology teachers when testing hypotheses involving unobservable entities. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 3, p. 237-252, 2002.

MARTIN, A. M.; HAND, B. Factors affecting the implementation of argument in the elementary science classroom. a longitudinal case study. **Research in Science Education**, v. 39, p. 17-38, 2009

MCDONALD, C. The influence of explicit nature of Science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of Nature of Science. **Journal of research in Science Teaching**. v. 47, n. 9, p. 1137-1164, 2010.

MCNEILL, K. L.; KNIGHT, A. M. Teachers' pedagogical content knowledge of scientific argumentation: the impact of professional development on K-12 teachers. **Science Education**, v. 97, n. 6, p. 936-972, 2013.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. S. Ensino-aprendizagem de ciências e argumentação: discussões e questões atuais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.13, n.1, p. 187-216, 2013.

MORAIS, A. G.; LEAL, T. F. **A argumentação em textos escritos: a criança e a escola.** Belo Horizonte: Autêntica, 2006. 244 p.

NASCIMENTO, S. S.; PLANTIN, C. VIEIRA, R. D. A validação de argumentos em sala de aula: um exemplo a partir da formação inicial de professores de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, n. 2, p.169-185, 2008.

NASCIMENTO, S. S.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, 2008.

NIAZ, M.; AGUILERA, D.; MAZA, A.; LIENDO, G. Arguments, contradictions, resistances, and conceptual change in students' understanding of atomic structure. **Science Education**, v. 86, n. 4, p. 505-525, 2002.

OGUNNIYI, M. B. Teachers' stances and practical arguments regarding a science-indigenous knowledge curriculum: part 1. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 8, p. 963-986, 2007a.

OGUNNIYI, M. B. Teachers' stances and practical arguments regarding a science-indigenous knowledge curriculum: part 2. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 10, p. 1189-1207, 2007b.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the quality of argumentation in school science. **Journal of Research in Science Teaching**, v.41, n.10, p. 994-1020, 2004.

OSBORNE, J.; SIMON, S.; CHRISTODOULOU, A.; HOWELL-RICHARDSON, C.; RICHARDSON, K. Learning to Argue: A Study of Four Schools and Their Attempt to Develop the Use of Argumentation as a Common Instructional Practice and its Impact on Students, **Journal of Research In Science Teaching**, v. 50, n.3, p. 315-347, 2013.

OZDEM, Y., ERTEPINAR, H., CAKIROGLU, J., ERDURAN, S. The nature pre-service Science Teachers' argumentation in inquiry-oriented laboratory context. **International Journal of Science Education**, p. 1-28, 2011.

PASQUALI, R. C. O estado líquido cristalino. **Revista Ciência Hoje**, Edição 258, p. 28-33, 2009.

PATRONIS, T.; POTARI, D.; SPILIOTOPOULOU, V. Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 7, p. 745, 1999.

PLÁSTICOS do futuro. **Ciência Hoje das Crianças**, 2010. Disponível em: <<http://chc.cienciahoje.uol.com.br/plasticos-do-futuro>>. Acesso em 30 ago. 2015.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

- REAL, L. M.C.; MENEZES, C. Júri simulado: possibilidade de construção de conhecimento a partir de interações em um grupo. In: NEVADO R. A.; CARVALHO, M. J. S.; MENESES, C. **Aprendizagem em rede na Educação a Distância: estudos e recursos para formação de professores**. Porto Alegre: Ricardo Lenz, 2007. p. 93-102.
- REZENDE; F.; CASTELLS, M. Interanimation of voices and argumentative strategies in collaborative knowledge building of physics teachers in an asynchronous discussion group. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v 9, n. 2, p. 396-417, 2010.
- RIBEIRO, M. R. **A construção da argumentação oral no contexto de ensino**. São Paulo: Cortez, 2009. 120 p.
- ROBERTSHAW, B.; CAMPBELL, T. Constructing arguments: Investigating pre-service science teachers' argumentation skills in a socio-scientific context. **Science Education International**, v. 24, n. 2, p. 195-211, 2013.
- ROSSO, A. J.; TOZETTO, A. S.; BRANDT, C. F.; FREIRE, L. I. F.; CERRI, L. F.; LAROCCA, P.; CAMPOS, S. X. Letramento docente: leitura e escrita no mundo e da escola. **Interações**, n. 17, p. 114-134, 2011.
- SÁ, L. P. **Estudos de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química**. 2010. 300 f. Tese (Doutorado em ciências) – Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.
- SÁ, L. P., QUEIROZ, S. Q. Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro. **Ensaio**, v. 13, n. 2, p. 13-30, 2011.
- SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de Química. **Educación Química**, v. 24, n. 2, p. 522-528, 2013.
- SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Revista Ensaio**, v. 16, n. 03, p. 147-170, 2014.
- SACOLAS: amigas ou inimigas? **Ciência Hoje das Crianças**, 2012. Disponível em: <<http://chc.cienciahoje.uol.com.br/amigas-ou-inimigas>>. Acesso em 30 ago. 2015.
- SADLER, T. D. promoting discourse and argumentation in science teacher education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 17, n. 4, p. 323, 2006.
- SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. Patterns of informal reasoning in the context of socio-scientific decision making. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 42, n. 1, p. 112, 2005.

SAMPSON, V. Science teachers and scientific argumentation: Trends in practice and beliefs. In: **ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE NATIONAL ASSOCIATION OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING (NARST)**, 2009, Garden. **Proceedings...** Disponível em: <

https://www.google.com.br/search?q=Science+teachers+and+scientific+argumentation:+Trends+in+practice+and+beliefs&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=H53pVbr9EcmWwAS_o4OwDA>. Acesso em: 04 set. 2015.

SAMPSON, V.; BLANCHARD, M. R. Science teachers and scientific argumentation: trends in views and practice. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 9, p. 1122-1148, 2012.

SAMPSON, V.; ENDERLE, P.; GROOMS, J.; WITTE, S. Writing to learning to write during the school science laboratory: helping middle and high school student develop argumentative writing skills as they learn core ideas. **Science Education**, v. 97, n. 5, p. 643-670, 2013.

SAMPSON, V.; GROOMS, J.; WALKER, J. P. Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: an exploratory study. **Science Education**, v. 95, n. 2, p. 217–257, 2011.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí:Unijuí, 2003. 160 p.

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexes a partir de um estudo de caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 140, 2001.

SARACALOGLU, A. S.; AKTAMIS, H.; DELIOGLU, Y. The impact of the development of prospective teachers' critical thinking skills on scientific argumentation training and on their ability to construct an argument. **Journal of Baltinc Science Education**, v. 10, n. 4, p. 243-260, 2011

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SCHEIBEL, M. R.; SCHIRLO, A. C.; SILVEIRA, R. M. C. F.; RESENDE, L. M. Portifólios: uma opção metodológica para o ensino de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009. Florianópolis. **Anais...** Santa Catarina: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Disponível em: <
<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/1241.pdf>> Acesso em: 04 set 2015.

SHIMABUKURO, V. **Ciências: projeto araribá**. 3 ed., São Paulo: Moderna, 2010. 216 p.

SILVA, S. M. B. S. ; SILVA, K. M. A. E. ; SANTOS, W. L. P. Análise das ações pró-argumentação do professor e do processo argumentativo dos educandos em atividade de *role-play*. **Enseñanza de las Ciencias**, p. 3314-3319, 2013 (Número extra).

SIMON, S.; ERDURAN, S. OSBORNE, J. Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 2–3, p. 235–260, 2006.

SIMON, S.; JOHNSON, S. Professional learning portfolios for argumentation in school science. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 5, p. 669-688, 2008.

SIMONNEAUX, L. Argumentation in sócio-scientific contexts. In: ERDURAN, S. M. P. **Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 179-199.

SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista Brasileira de Educação**, n. 25, p. 5-17, 2004.

SOUZA, D. D. D. **Sobre a mediação de um material instrucional na aprendizagem de estudantes em aulas de química – gêneros do discurso e argumneto**. 2010. 140 f. Dissertação (Mestrado em educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

TEODORO, D. L.; CABRAL, P. F. O.; QUEIROZ, S. L. Atividade cooperativa no formato *jigsaw*: um estudo no ensino superior de química. **Alexandria**, v. 8, n. 1, p. 21-51, 2015.

TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. Tradução Reinaldo Guarany. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 375p.

VELLOSO, A. M. S.; SÁ, L. P.; MOTHEO, A. J.; QUEIROZ, S. L. Argumentos elaborados sobre o tema "corrosão" por estudantes de um curso superior de química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n.2, p.593-616, 2009.

VIEIRA, R. D., NASCIMENTO, S. S. Uma visão integrada dos procedimentos discursivos didáticos de um formador em situações argumentativas de sala de aula. **Ciência e Educação**, v. 15, n. 3, p. 443-457, 2009.

VIEIRA, R. D.; MELO, V. F.; BERNARDO, J. R. R. O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do "gato". **Ensaio**, v. 16, n. 3, p. 203-225, 2014.

VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação no discurso de um professor e seus estudantes sobre um tópico de mecânica newtoniana. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2: p. 174-193, 2007.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.8, n. 3, p. 187-209, 2003.

WALTON, D. **Argumentation schemes for presumptive reasoning**. Mahwah, NJ: Erlbaum Press, 1996. 218p.

Referências

ZEMBAL-SAUL, C.; MUNFORD, D.; CRAWFORD, B.; FRIEDRICHSEN, P.; LAND, S. Scaffolding preservice science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection. **Research in Science Education**, v. 32, p. 437-463, 2002.

ZEMBAUL-SAUL, C. Learning to teach elementary school science as argument. **Science Education**, v. 93, n. 4, p. 687-719, 2009.

ANEXO A – Organização Curricular do Curso de Licenciatura em Química Diurno

1º SEMESTRE

DISCIPLINAS	Créditos	C/H	PRÉ-REQUISITO
Química Geral I	4.0.0	60	---
Química Geral Experimental	0.2.0	30	---
Cálculo Diferencial e Integral I	4.2.0	90	---
Álgebra Linear e Geo Analítica - Q	4.2.0	90	---
História da Educação	4.0.0	60	---
Filosofia da Educação	4.0.0	60	---
Introdução ao Curso	1.0.0	15	---
Introdução a Metodologia Científica	4.0.0	60	---
		Total = 465	

2º SEMESTRE

DISCIPLINAS	Créditos	C/H	PRÉ-REQUISITO
Química Geral II	4.0.0	60	Química Geral I Q. Geral Experimental
Estatística Aplicada à Química	2.0.0	30	---
Cálculo Diferencial e Integral II	3.1.0	60	Cálculo Diferencial e Integral I - Q
Legislação da Educação Brasileira	4.0.0	60	---
Equações Diferenciais	3.1.0	60	Cálculo Diferencial e Integral I – Q Álgebra Linear e Geometria Analítica
Sociologia da Educação	4.0.0	60	---
Psicologia da Educação	4.0.0	60	---
		Total = 390	

3º SEMESTRE

DISCIPLINAS	Créditos	C/H	PRÉ-REQUISITO
Química Analítica Qualitativa	1.5.0	90	Química Geral II
Elementos de Química Quântica	4.0.0	60	Cálculo Diferencial e Integral II Equações Diferenciais
Química Orgânica I	4.2.0	90	Química Geral I
Física Fundamental I	4.0.0	60	---
Física Experimental I/Q	0.2.0	30	---
Didática Geral	2.2.0	60	Psicologia da Educação
		Total = 390	

4º SEMESTRE

DISCIPLINAS	Créditos	C/H	PRÉ-REQUISITO
Química Analítica Quantitativa I - L	4.0.0	120	Química Analítica Qualitativa Estatística Aplicada a Química
Química Inorgânica I	4.0.0	60	Química Geral I
Física Fundamental II	4.0.0	60	Elementos de Química Quântica
Física Experimental II / Q	0.2.0	30	Física Fundamental I Física Experimental II / Q
Avaliação da Aprendizagem	2.2.0	60	Didática Geral
Fundamentos de Bioquímica	2.2.0	60	Química Orgânica I
		Total = 390	

5º SEMESTRE

DISCIPLINAS	Créditos	C/H	PRÉ-REQUISITO
Química Orgânica II	4.0.0	60	Química Orgânica I
Química Inorgânica II	4.0.0	60	Química Inorgânica I
Físico-Química I	4.0.0	60	Química Geral I Física Fundamental I Cálculo Diferencial e Integral I
Química e Educação Ambiental	2.0.0	30	Química Orgânica I Química Inorgânica I Química Analítica Qualitativa
Metodologia para o Ensino de Química	2.2.0	60	Didática Geral Avaliação da Aprendizagem
		Total = 270	

6º SEMESTRE

DISCIPLINAS	Créditos	C/H	PRÉ-REQUISITO
Química dos Metais de Transição	3.2.0	75	Química Inorgânica II
Físico-Química II	4.0.0	60	Físico-Química I Física Fundamental II
Química Orgânica III	4.0.0	60	Química Orgânica II
Química Analítica Instrumental	2.2.0	60	Química Analítica Quantitativa I – L
Estágio Supervisionado I	0.0.5	75	Didática Geral
		Total = 330	

7º SEMESTRE

DISCIPLINAS	Créditos	C/H	PRÉ-REQUISITO
Estágio Supervisionado II	1.5.0	90	Estágio Supervisionado I
Cinética Química	2.0.0	30	Físico-Química I
Biomoléculas	2.0.0	30	Fundamentos de Bioquímica
Optativa	---	60	---
Química dos Coloides e Superfície	2.2.0	60	Físico-Química II
		Total = 270	

8º SEMESTRE

DISCIPLINAS	Créditos	C/H	PRÉ-REQUISITO
Estágio Supervisionado III	0.0.8	120	Estágio Supervisionado II
TCC I	3.0.0	45	Metodologia do Ensino de Química Estágio Supervisionado II
Optativa	---	60	---
Optativa	---	60	---
		Total = 285	

9º SEMESTRE

DISCIPLINAS	Créditos	C/H	PRÉ-REQUISITO
Estágio Supervisionado IV	0.0.8	120	Estágio Supervisionado III
TCC II	0.0.3	45	TCC I
		Total = 165	

RESUMO

CARGA HORÁRIA DE DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS	2775 h
NÚCLEO DE ATIVIDADES-CIENTÍFICAS-CULTURAIS	200 h
DISCIPLINAS OPTATIVAS	180 h
TOTAL	3155 h

ANEXO B – Ementa da disciplina de Estágio Supervisionado II em Química

CÓDIGO	DISCIPLINA: ESTÁGIO SUPERVISIONADO II	
CH 90 h	CRÉDITOS 1.5.0	PRÉ-REQUISITOS Estágio Supervisionado I
EMENTA Projeto de estágio Estágio observacional escolar (Ensino Fundamental e Médio) e Não-Escolar		
BIBLIOGRAFIA ALARCÃO, Mirtes (org.). <i>Escola reflexiva e nova racionalidade</i> . Porto Alegre: Artmed, 2001. BIANCHI, Anna Cecília de Moraes; ALVARENGA, Marina & BIANCHI, Roberto. <i>Manual de orientação estágio supervisionado</i> . São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2.002. BRZEZINSKI, Iria (org.). <i>Profissão professor: identidade e profissionalização docente</i> . Brasília: Plano Editora, 2002. CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. <i>A Formação do professor e a prática de ensino</i> . São Paulo: Pioneira, 1988. CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. <i>Prática de ensino: os estágios na formação</i> . São Paulo: Pioneira, 1987. CONTRERAS, José. <i>A autonomia de professores</i> . São Paulo: Cortez, 2002. CUNHA, Maria Isabel da. <i>O bom professor e sua prática</i> . Campinas/SP: Papirus, 1999. FAZENDA, Ivani Catarina Arantes & PICONEZ, Stela C. Bertholo (Coords.). <i>A prática de ensino e o estágio supervisionado</i> . Campinas/SP: Papirus, 1994. FREIRE, Paulo. <i>Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa</i> . São Paulo: Paz e Terra, 1997. LIBÂNEO, José Carlos. <i>Didática</i> . São Paulo: Cortez, 1991. LIMA, Maria Socorro Lucena (Org.). <i>A hora da prática: reflexões sobre o estágio supervisionado e a ação docente</i> . Fortaleza: Edições Demócrito Rocha. 2.001. LIMA, Maria Socorro Lucena e SALES, Josete de Oliveira Castelo Branco. <i>Aprendiz da prática docente: a didática no exercício do magistério</i> . Fortaleza: Edições Demócrito Rocha/Editora da UECE, 2002. MOYSÉS, Lúcia M. <i>O desafio de saber ensinar</i> . Campinas/SP: Papirus, Niterói/RJ: Editora da UFF, 1994. PIMENTA, Selma Garrido & Lima, Maria do Socorro Lucena. <i>Estágio e docência</i> . São Paulo: Cortez, 2004. PIMENTA, Selma Garrido. <i>O estágio na formação de professores: unidade teoria e prática?</i> São Paulo: Cortez, 1994. PINTO, A. V. <i>A formação do educador: sete lições sobre educação de adultos</i> . São Paulo: Cortez, 1997.		

RIOS, Teresinha Azeredo. *Ética e competência*. São Paulo: Cortez, 1994.

SCHMITZ, Egídio Francisco. *Fundamentos da didática*. São Leopoldo/RG: UNISINOS, 1993.

TARDIF, M. *Saberes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes, 2002.

VASCONCELOS, C. S. *Planejamento*. São Paulo: Libertad, 1995.

VEIGA, Ilma Passos A. *A prática pedagógica do professor de didática*. Campinas?SP: Papirus, 1991.

VIEIRA, Elaine & VOLQUIND, Lea. *Oficinas de ensino: o quê? Por quê? Como?* Porto Alegre: EDIPUCRS, 1997.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ANEXO C – Ementa da Disciplina de Estágio Supervisionado I em Química

CÓDIGO	DISCIPLINA: ESTÁGIO SUPERVISIONADO I	
CH 75 h	CRÉDITOS 0.0.5	PRÉ-REQUISITOS Didática Geral Metodologia do Ensino de Química Avaliação da aprendizagem Disciplinas de fundamentação específica do curso do 1º ao 4º Bloco
EMENTA O processo de formação e a trajetória da profissionalização docente e suas instâncias constitutivas: laboratório e oficinas de planejamento, ação docente e avaliação; construção de materiais didáticos; utilização das novas tecnologias em educação (Internet / TV Escola).		
BIBLIOGRAFIA <p>ALARCÃO, Mirtes (org.). <i>Escola reflexiva e nova racionalidade</i>. Porto Alegre: Artmed, 2001.</p> <p>BIANCHI, Anna Cecília de Moraes; ALVARENGA, Marina & BIANCHI, Roberto. <i>Manual de orientação estágio supervisionado</i>. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2.002.</p> <p>BRZEZINSKI, Iria (org.). <i>Profissão professor, identidade e profissionalização docente</i>. Brasília: Plano Editora, 2002.</p> <p>CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. <i>A Formação do professor e a prática de ensino</i>. São Paulo: Pioneira, 1988.</p> <p>CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. <i>Prática de ensino: os estágios na formação</i>. São Paulo: Pioneira, 1987.</p> <p>CONTRERAS, José. <i>A autonomia de professores</i>. São Paulo: Cortez, 2002.</p> <p>CUNHA, Maria Isabel da. <i>O bom professor e sua prática</i>. Campinas/SP: Papirus, 1999.</p> <p>FAZENDA, Ivani Catarina Arantes & PICONEZ, Stela C. Bertholo (Coords.). <i>A prática de ensino e o estágio supervisionado</i>. Campinas/SP: Papirus, 1994.</p> <p>FREIRE, Paulo. <i>Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa</i>. São Paulo: Paz e Terra, 1997.</p> <p>LIBÂNEO, José Carlos. <i>Didática</i>. São Paulo: Cortez, 1991.</p> <p>LIMA, Maria Socorro Lucena (Org.). <i>A hora da prática: reflexões sobre o estágio supervisionado e a ação docente</i>. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha. 2.001.</p> <p>LIMA, Maria Socorro Lucena e SALES, Josete de Oliveira Castelo Branco. <i>Aprendiz da prática docente: a didática no exercício do magistério</i>. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha/Editora da UECE, 2002.</p> <p>MOYSÉS, Lúcia M. <i>O desafio de saber ensinar</i>. Campinas/SP: Papirus, Niterói/RJ: Editora da UFF, 1994.</p> <p>PIMENTA, Selma Garrido & Lima, Maria do Socorro Lucena. <i>Estágio e docência</i>. São Paulo: Cortez, 2004.</p> <p>PIMENTA, Selma Garrido. <i>O estágio na formação de professores: unidade teoria e</i></p>		

prática? São Paulo: Cortez, 1994.

PINTO, A. V. *A formação do educador: sete lições sobre educação de adultos*. São Paulo: Cortez, 1997.

RIOS, Teresinha Azeredo. *Ética e competência*. São Paulo: Cortez, 1994.

SCHMITZ, Egídio Francisco. *Fundamentos da didática*. São Leopoldo/RG: UNISINOS, 1993.

TARDIF, M. *Saberes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes, 2002.

VASCONCELOS, C. S. *Planejamento*. São Paulo: Libertad, 1995.

VEIGA, Ilma Passos A. *A prática pedagógica do professor de didática*. Campinas?SP: Papirus, 1991.

VIEIRA, Elaine & VOLQUIND, Lea. *Oficinas de Ensino: o quê? Por quê? Como?* Porto Alegre: EDIPUCRS, 1997.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A – Revistas consultadas no Portal de Periódicos Capes

	TÍTULO DO PERIÓDICO	ÁREA	QUALIS	PERÍODO
1	Acta Scientiae	ENSINO	B1	2003-2014
		EDUCAÇÃO	B2	
2	Acta Scientiarum. Education (Online)	EDUCAÇÃO	A2	2010-2014
3	Alexandria (UFSC)	ENSINO	B1	2008-2014
4	Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	ENSINO	B2	2005-2012
5	Chemical Education Journal	ENSINO	A1	1997-2014
6	Chemistry Education. Research and Practice in Europe	EDUCAÇÃO	A1	2000-2014
7	Ciência e Educação	ENSINO	A1	1998-2014
		EDUCAÇÃO	A1	
8	Ciência e Ensino	ENSINO	B1	1996-2014
		EDUCAÇÃO	B2	
9	Cultural Studies of Science Education	ENSINO	A1	2006-2014
10	Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales	ENSINO	B2	1990-2014
11	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	ENSINO	A2	1999-2014
		EDUCAÇÃO	A2	
12	Enseñanza de las Ciencias	EDUCAÇÃO	A1	1990-2014
		ENSINO	A1	
13	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista	ENSINO	B2	2011-2014
14	Experiências em Ensino de Ciências	ENSINO	B1	2006-2014
		EDUCAÇÃO	B2	
15	Gondola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias	ENSINO	B1	2006-2013
16	International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	ENSINO	A1	1990-2014
17	International Journal of Science and Mathematics Education	EDUCAÇÃO	A1	2003-2014
18	International Journal of Science Education	EDUCAÇÃO	A1	1997-2014
		ENSINO	A1	
19	Investigações em Ensino de Ciências	ENSINO	A2	1996-2014
		EDUCAÇÃO	A2	
20	Issues in Informing Science and Information Technology Education	ENSINO	B2	2004-2014
21	Journal of Baltic Science Education	EDUCAÇÃO	A2	2002-2014
		ENSINO	B1	
22	Journal of Chemical Education	ENSINO	A1	1990-2014
23	Journal of Research in Science Teaching (Print)	EDUCAÇÃO	A1	1996-2014
24	Journal of Science Education and Technology	EDUCAÇÃO	A1	1992-2014
25	Química Nova (Impresso)	EDUCAÇÃO	B2	1990-2014
26	Quimica Nova na Escola	EDUCAÇÃO	B2	1995-2014
		ENSINO	B1	

27	REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	EDUCAÇÃO	A2	2002-2014
		ENSINO	A2	
28	Research in Science and Technological Education	ENSINO	A1	1990-2014
29	Research in Science Education	EDUCAÇÃO	A1	1990-2014
		ENSINO	A1	
30	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	EDUCAÇÃO	A2	2001-2014
		ENSINO	A2	
31	Revista de Educação, Ciências e Matemática	ENSINO	B2	2011-2014
32	Revista de Ensino de Ciências e Engenharia	ENSINO	B2	2010-2014
33	Revista de Ensino de Ciências e Matemática	ENSINO	B2	2010-2014
34	Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	EDUCAÇÃO	B2	2006-2014
		ENSINO	A2	
35	Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica	ENSINO	B2	2011-2014
36	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	ENSINO	B1	2004-2014
37	Science e Education (Dordrecht)	EDUCAÇÃO	A1	1992-2014
		ENSINO	A1	
38	Science Education (Salem, Mass. Print)	EDUCAÇÃO	A1	1990-2014
39	Science Education International	ENSINO	B1	1990-2014
		EDUCAÇÃO	A1	
40	Studies in Science Education	EDUCAÇÃO	A1	1990-2014
41	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	ENSINO	B1	1990-2014
		EDUCAÇÃO		

APÊNDICE B – Lista dos artigos sobre argumentação e formação de professores de ciências, selecionados a partir do trabalho de revisão da literatura nacional e internacional.

	Nº	TÍTULO DO ARTIGO	REFERÊNCIA
NACIONAIS	1	A argumentação no discurso de um professor e seus estudantes sobre um tópico de mecânica newtoniana	VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. Caderno brasileiro de ensino de física , v. 24, n. 2, p. 174-193, 2007.
	2	A validação de argumentos em sala de aula: um exemplo a partir da formação inicial de professores de física	NASCIMENTO, S. S.; PLANTIN, C.; VIEIRA, R. D. Investigações em ensino de ciências , v. 13, n. 2, p. 169-185, 2008.
	3	La argumentación en la comunidade científica y em la formación de profesores de física	ISLAS, S. M.; SGRO, M. R.; PESA, M. A. Ciência e Educação , v. 15, n. 2, p. 291-304, 2009.
	4	Uma visão integrada dos procedimentos discursivos didáticos de um formador em situações argumentativas de sala de aula	VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. Ciência e Educação , v. 15, n. 3, p. 443-457, 2009.
INTERNACIONAIS	5	Scaffolding preservice science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection	ZEMBAL-SAUL, C.; MUNFORD, D.; CRAWFORD, B.; FRIEDRICHSEN, P.; LAND, S. Research in Science Education , v. 32, p. 437-463, 2002
	6	Sound and faulty arguments generated by preservice biology teachers when testing hypotheses involving unobservable entities	LAWSON, A. E. Journal of Research in Science Teaching , v. 39, n. 3, p. 237-252, 2002.
	7	Enhancing the quality of argumentation in school science	OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Journal of Research in Science Teaching , v. 41, n. 10, p. 994-1020, 2004.
	8	Learning to teach argumentation: research and development in the science classroom	SIMON, S.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J. International Journal of Science Education , v. 28, ns. 2 e 3, p. 235-260, 2006.
	9	Teachers' stances and practical arguments regarding a science-indigenous knowledge curriculum: part 1	OGUNNIYI, M. B. International Journal of Science Education , v. 29, n. 8, p. 963-986, 2007a.
	10	Teachers' stances and practical arguments regarding a science-indigenous knowledge curriculum: part 2	OGUNNIYI, M. B. International Journal of Science Education , v. 29, n. 10, p. 1189-1207, 2007b.
	11	Professional learning portfolios for argumentation in school science	SIMON, S.; JOHNSON, S. International Journal of Science Education , v. 30, n. 5, p. 669-688, 2008.

INTERNACIONAIS	12	Factors affecting the implementation of argument in the elementary science classroom. a longitudinal case study	MARTIN, A. M.; HAND, B. Research in Science Education , v. 39, p. 17-38, 2009.
	13	Interanimation of voices and argumentative strategies in collaborative knowledge building of physics teachers in an asynchronous discussion group	REZENDE, F.; CASTELLS, M. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias , v. 9, n. 2, p. 396-417, 2010.
	14	Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics	DAWSON, V. M.; VENNVILLE, G. Research in Science Education , v. 40, p. 133-148, 2010.
	15	The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science	MCDONALD, C. V. Journal of Research in Science Teaching , v. 47, n. 9, p. 1137-1164, 2010.
	16	Argumentation-teaching as a method to introduce indigenous knowledge into science classrooms: opportunities and challenges	HEWSON, M. G.; OGUNNIYI, M. B. Cultural Studies of Science Education , v. 6, p. 679-692, 2011.
	17	The impact of the development of prospective teachers' critical thinking skills on scientific argumentation training and on their ability to construct an argument	SARACALOGLU, A. S.; AKTAMIS, H.; DELIOGLU, Y. Journal of Baltinc Science Education , v. 10, n. 4, p. 243-260, 2011.
	18	La investigación en argumentación y sus implicaciones en la formación inicial de profesores de ciencias	ARCHILA, P. A. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias , v. 9, n. 3, p. 361-375, 2012.
	19	Science teachers and scientific argumentation: trends in views and practice	SAMPSON, V.; BLANCHARD, M. R. Journal of Research in Science Teaching , v. 49, n. 9, p. 1122-1148, 2012.
	20	Argumentation practices in classroom: pre-service teachers' conceptual understanding of chemical equilibrium	KAYA, E. International Journal of Science Education , v. 35, n. 7, p. 1139-1158, 2013.
	21	Assessing quality of pre-service physics teachers' written arguments	AYDENIZ, M.; GÜRÇAY, D. Research in Science and Technological Education , v. 31, n. 3, p. 269-287, 2013.
	22	Constructing arguments: Investigating pre-service science teachers' argumentation skills in a socio-scientific context	ROBERTSHAW, B.; CAMPBELL, T. Science Education International , v. 24, n. 2, p. 195-211, 2013.

INTERNACIONAIS	23	Learning to argue: a study of four schools and their attempt to develop the use of argumentation as a common instructional practice and its impact on students	OSBORNE, J.; SIMON, S.; CHRISTODOULOU, A.; HOWELL-RICHARDSON, C.; RICHARDSON, K. Journal of Research in Science Teaching , v. 50, n. 3, p. 315-347, 2013.
	24	Teachers' pedagogical content knowledge of scientific argumentation: the impact of professional development on K-12 teachers	MCNEILL, K. L.; KNIGHT, A. M. Science Education , v. 97, n. 6, p. 936-972, 2013.
	25	The effects of inquiry supported by argument maps in Science process skills and epistemological views of prospective science teachers	ÇOBAN, G. U. Journal of Baltinc Science Education , v. 12, n. 3, p. 271-288, 2013.
	26	The nature of pre-service science teachers' argumentation in inquiryoriented laboratory context	OZDEM, Y. ERTEPINAR, H.; CAKIROGLU, J.; ERDURAN, S. International Journal of Science Education , v. 35, n. 15, p. 2559-2586, 2013.
	27	Explicit argumentation instruction to facilitate conceptual understanding and argumentation skills	CETIN, P. S. Research in Science and Technological Education , v. 32, n. 1, p. 1-20, 2014.

APÊNDICE C – Termo de Consentimento e Informação para Turma A

Termo de Consentimento e Informação

Nome da Pesquisa: Desenvolvimento da capacidade argumentativa dos estudantes: possibilidades de uso no ensino básico e na formação inicial de professores.

Pesquisador responsável:

Informações sobre a pesquisa: Por meio de leituras, discussões realizadas em sala de aula e do material escrito produzido pelos licenciandos sobre a importância da argumentação para o ensino de ciências (durante as aulas de Estágio Supervisionado II em Química, ministradas no ano de 2011) deseja-se identificar aspectos importantes a respeito da introdução de práticas argumentativas na formação inicial de professores de química, com objetivo de promover seu desenvolvimento profissional no que concerne à argumentação nas aulas de ciências e/ou química, a partir da realização de oficinas sobre tal prática.

Assim, convidamos você, licenciando de graduação em química, a participar deste estudo. Assumimos o compromisso de manter sigilo quanto a sua identidade, como também garantimos que o desenvolvimento da pesquisa foi planejado de forma a não produzir riscos ou desconfortos para os participantes. Pedimos também autorização para gravar (gravação em áudio e vídeo) o que for falado durante as aulas.

Assinatura pesquisador responsável

Eu, _____

RG _____, abaixo assinado, tendo recebido as informações acima, e ciente dos meus direitos, concordo em participar da referida pesquisa, bem como ter:

1. A garantia de receber todos esclarecimentos sobre todas as discussões antes e durante o desenvolvimento da pesquisa podendo afastar-me a qualquer momento assim que desejar.
2. A segurança plena de que não serei identificado, mantendo o caráter oficial da informação, assim como está assegurado que a pesquisa não acarretará nenhum prejuízo individual ou coletivo.
3. A segurança de que não terei nenhum tipo de despesa material ou financeira durante o desenvolvimento da pesquisa, bem como esta pesquisa não causará nenhum tipo de risco, dano físico, ou mesmo constrangimento moral e ético.
4. A garantia de que toda e qualquer responsabilidade nas diferentes fases da pesquisa é dos pesquisadores, bem como fica assegurado que haverá ampla divulgação dos resultados finais nos meios de comunicação e nos órgãos de divulgação científica em que a mesma seja aceita.
5. A garantia de que todo material resultante será usado exclusivamente para a construção da pesquisa e ficará sob guarda dos pesquisadores.
6. Tendo ciência do exposto acima, desejo participar da pesquisa.

Teresina, ____ de _____ de 2011.

Assinatura do participante

APÊNDICE D – Questionário de Caracterização dos Licenciandos da Turma A

Universidade Federal do Piauí
Centro de Ciências da Educação
Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino
Disciplina de Estágio Supervisionado II em Química

Prezado(a) licenciando(a),
Por favor, responda com atenção cada uma das questões abaixo.

Nome completo: _____

Idade: _____ Cidade/Estado de Origem: _____

Formação Estudantil

Ensino Fundamental: () Escola Pública () Escola Privada () Outro: _____

Ensino Médio: () Escola Pública () Escola Privada () Outro: _____

Atuação Profissional

Você já lecionou ou leciona? () Sim () Não

Se sim, qual o nível de ensino?

Ensino Fundamental: () Escola Pública () Escola Privada () Outro: _____

Ensino Médio: () Escola Pública () Escola Privada () Outro: _____

Comente sobre sua formação estudantil.

1. Quais foram os motivos que o levaram a prestar vestibular para o curso de Licenciatura em Química?
2. Você desenvolve ou desenvolveu algum trabalho, como iniciação científica, docência etc.? Comente detalhadamente suas experiências profissionais.
3. Você tem conhecimento de estratégias de ensino? Quais?
4. Você tem conhecimento de como se elabora um plano de aula ou um plano de ensino? Se sim, em que situação ocorreu esse aprendizado?

Estágio e docência

1. O que você acredita que um professor de química precisa “saber” e “saber fazer” para ter um bom desempenho nos ambientes de ensino nos quais atua?
2. Segundo Leal e Moraes (2006), argumentar é uma atividade social especialmente relevante, que permeia a vida dos indivíduos em todas as esferas da sociedade, pois a defesa de pontos de vista é fundamental para que se conquiste espaço social e autonomia. No entanto, embora as crianças sejam potencialmente capazes de elaborar estratégias diversificadas para defender seus pontos de vista é na escola que elas mais podem refletir sobre tais estratégias e desenvolver outras que sejam adequadas às variadas finalidades que guiam nossas atividades. Com base nos comentários apresente suas concepções sobre a utilização da argumentação no ensino de ciências e/ou química.

APÊNDICE E – Argumentação no Ensino de Ciências

Argumentação no Ensino de Ciências

Argumentação: atividade puramente escolar?

- No Brasil:

PCNs Ensino Fundamental

- Ensino de Ciências -

Competências e Habilidades:

- Compreender a natureza como um conjunto dinâmico;
- Identificar relações entre ciência, tecnologia e mudanças nas condições de vida;
- Formular questões e propor soluções para problemas reais;
- Utilizar conceitos científicos básicos associados a energia, matéria, transformação, espaço etc.;
- Combinar leituras, observações, experimentos e registros para coletar, organizar e discutir informações;
- Compreender a tecnologia como meio para suprir as necessidades humanas e saber distinguir formas corretas e prejudiciais.

PCNs Ensino Médio

- Ensino de Química -

Competências e Habilidades:

- Selecionar e utilizar ideias e procedimentos científicos para resolução de problemas qualitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes;
- Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes;
- Desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem acerca das transformações químicas;
- Reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente;
- Reconhecer os limites éticos e morais que podem estar envolvidos no desenvolvimento da química e da tecnologia.

O objetivo é acompanhar o amadurecimento da compreensão abstrata e sensibilizar o aluno para as noções de plano, justificação e reflexão.

Argumentação: atividade puramente escolar?

“Ensinar os alunos a argumentar, cientificamente, é hoje objetivo pedagógico prioritário”
Costa (2008)

- Benefícios:

- Aprendizagem se dá por um processo de construção do conhecimento;
- O processo de ensino-aprendizagem ocorre através de discussão, conflito e argumentação e não através de concordância geral e imediata;
- Formação de cidadãos responsáveis com capacidade crítica, que possam avaliar a informação recebida, que sejam conscientes do impacto dos seus procedimentos e do dos outros, e que sejam capazes de argumentar com fundamento na hora de tomarem decisões.

Argumentação: atividade puramente escolar?

"O uso da argumentação válida não surge naturalmente, é adquirido, unicamente, através da prática"

Kuhn (1991)

- Problemas:

- No âmbito escolar, a argumentação não é dirigida a ninguém, visto que o professor-corretor deve emitir um juízo sobre de certo conteúdo;

- Como atividade escola, ela às vezes é percebida como algo desvinculado da realidade, e poucos alunos pensariam em transferir para sua vida cotidiana.

AUSÊNCIA DO USO DA DISSERTAÇÃO NA VIDA COTIDIANA OU PROFISSIONAL

Argumentação: necessidade da vida social e profissional

- Situações em que temos interesse em ser capaz de convencer:

- Como estudante: redigir textos, dissertações, concursos de ingresso em escolas ou no funcionalismo;

- Como cidadão: debates ideológicos, reflexão e regulação das trocas de ideias com os outros;

- Como candidato a emprego: carta de apresentação, entrevistas de seleção etc;

- Como participante no mundo do trabalho: atividades comerciais, industriais e educacionais

Em qualquer uma das situações, precisam organizar suas ideias e cuidar de sua apresentação com objetivo de valorizar suas concepções

Trabalho em grupo

Submissão

Vida profissional

Iniciativa

Para familiarizar-se com a noção de argumentação

- Delimitação do conceito de argumentação:

"Argumento refere-se à essência das teorias, dados, justificativas e backing (conhecimento básico) que contribuem para o conteúdo do argumento" (ERDURAN, 2006).

"Argumento é o esclarecimento intencional de um raciocínio durante ou após a sua elaboração" (KRUMMHEUER, 1995).

"Argumentação refere-se ao processo de associar teorias, dados, justificativas e backing; desempenhando um papel central na construção de explicações, modelos e teorias"

(ERDURAN, 2006)

"Argumentação é a capacidade de relacionar dados e conclusões, e avaliar enunciados teóricos à luz dos dados empíricos ou provenientes de outras fontes"

(JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2003)

APÊNDICE F – Algumas Delimitações Sobre o Conceito de Argumentação

Argumentação no Ensino de Ciências

Aula anterior...

- Parâmetros Curriculares Nacionais/PCNs;
- Benefícios da Argumentação;
- Principais entraves para uso da Argumentação no ensino;
- Situações nas quais “Argumentamos”;
- Delimitação do conceito de argumentação.

Como trabalhar Argumentação em aulas de Ciências?

Como trabalhar Argumentação em aulas de Ciências?

Existe alguma estrutura para nossa argumentação?

Que componentes têm uma explicação sustentada em dados?

- **Atividade 1:**

- Aquecimento Global;
- Energia Nuclear.

Como trabalhar Argumentação em aulas de Ciências?

- **Aluno 1 | Opinião 1:** O aquecimento global é real e causado pela atividade humana (queima de combustíveis fósseis - carvão, petróleo e gás, queima das florestas tropicais etc.). Por isso, os governos devem tomar medidas urgentes para salvar o mundo da catástrofe.

Argumento não sustentado com dados

"Não se pode negar que o aquecimento global é um processo natural, no entanto este processo natural tem sido acelerado pela atividade humana."

Argumento sustentado com dados

Como trabalhar Argumentação em aulas de Ciências?

- **Aluno 2 | Opinião 1:** O principal fator externo natural apontado pelos críticos é a variabilidade da radiação solar. O sol tem parcela maior de responsabilidade no aquecimento global.

"Sim, pois cientistas revelaram que no interior do sol ocorrem reações instantaneamente, reação essa que tem como matéria-prima o He, esse elemento se desintegra formando gás H₂ e subunidades elementares. Em consequência das reações nucleares no interior do sol, a quantidade de massa do sol tende a aumentar, isso, faz com que o sol se aproxime a cada dia da órbita da terra, fazendo com que a temperatura da terra aumente."

Como trabalhar Argumentação em aulas de Ciências?

Argumento sustentado com dados

"Sim, pois cientistas revelaram que no interior do sol ocorrem reações instantaneamente, reação essa que tem como matéria prima o He, esse elemento se desintegra formando gás H₂ e subunidades elementares [...]"

Conhecimento básico

Como trabalhar Argumentação em aulas de Ciências?

Justificativa

*"Em consequência das reações nucleares no interior do sol, a quantidade de massa do sol tende à aumentar.
Isso, faz com que o sol se aproxime a cada dia da orbita da terra, fazendo com que a temperatura da terra aumente."*

Conclusão

Componentes Essenciais do Argumento

Modelos de argumentação

O objetivo principal desses tipos de modelo é a captura, preservação, partilha e visualização de informação não estruturada, particularmente relacionada com os processos de decisão

Base dos modelos de argumentação

É o conceito de mapeamento de conceitos que surge na sequência de alguns estudos levados a cabo com objetivo de melhorar o desempenho na aprendizagem.

Ajuda a construir, através de representações mentais, abstratas e gerais, o conceito de um objeto, tema, problema ou solução

Modelo de Toulmin

- Para Toulmin, argumentar é...

Processo no qual são realizadas afirmações e inferidas conclusões.

Modelo de Toulmin

Modelo de Toulmin

“ O modelo de Toulmin é uma ferramenta poderosa para identificar a estrutura de argumentos científicos. Este modelo pode mostrar o papel das evidências na elaboração de afirmações , relacionando dados e conclusões através de justificativas de caráter hipotético[...]. Se os alunos puderem entrar em contato com argumentos completos, prestando atenção nestas sutilezas, possivelmente estarão compreendendo uma importante faceta do conhecimento científico .” (CAPECCHI; CARVALHO, 2000)

Modelo IBIS

- **Issue Based Information System (IBIS):**

No dia-a-dia lidamos com assuntos ou problemas para os quais muitas vezes não existe um comum acordo entre os envolvidos.

- Cada elemento constrói ou reforça o seu modelo de argumentação, que pode ser compartilhado ou confrontado com os modelos de outros participantes na discussão.

Modelo IBIS

- **Os problemas têm as seguintes características:**
 - Assumem a forma de perguntas;
 - A sua origem é fruto de afirmações controversas;
 - São particulares a uma situação, sendo que as posições assumidas utilizam informação particular ou situações semelhantes;
 - Os problemas são levantados, discutidos, acordados ou substituídos.

Desenvolvido para suportar, documentar e coordenar todo processo de gestão da informação relativo a pontos anteriores

Temas

Argumento

Posição

Modelo de Erduran

A qualidade dos argumentos produzidos é avaliada a partir da observação da combinação dos componentes do argumento, falas/textos escritos produzidos.

As combinações que possuem um maior número de componentes, são típicas de um argumento mais bem elaborado.

Conclusão-Dado-Justificativa < Conclusão-Dado-Justificativa-Refutação

CD - CJ - CDJ - CDB - CDR - CDJB - CDJR - CDJBQ

Modelo de Kelly Takao

Possibilita uma reflexão sobre características existentes na argumentação científica.

ATENÇÃO!!! Pode conduzir a julgamentos sobre a verdade ou sobre a adequação do argumento.

- **Consiste em:**
 - Capturar operações escritas com as quais os participantes trazem para o discurso argumentativo informações relevantes ao domínio do conhecimento científico;
 - Implementar procedimentos e modos de raciocínio típicos;
 - Conferir estatuto epistêmico às conclusões estabelecidas.

Modelo de Kelly Takao

- A qualidade dos argumentos será determinada a partir do nível epistêmico atribuído à maioria dos argumentos que o constituem;
- Determinado a partir das relações existentes entre os argumentos dispostos nos diversos níveis epistêmicos.

Exemplo

Conteúdos
específicos da
área de
oceanografia

Modelo de Kelly Takao

Nível Epistêmico	Definição
VI	Colocações gerais que reportam processos geológicos e fazem referência a pesquisas ou a livros e artigos sobre o assunto. O conhecimento apresentado pode ser mais amplo, não apenas relacionado à área em estudo.
V	Colocações em forma de conclusões ou modelos específicos para a área em estudo.
IV	Colocações que apresentam conclusões teóricas ou modelos, que são ilustrados/exemplificados com o uso de informações específicas da área em estudo.
III	Colocações que descrevem estruturas geográficas no contexto das estruturas geológicas da área em estudo.
II	Colocações que identificam e descrevem características topográficas da estrutura geológica específica da área em estudo.
I	Colocações que fazem referência explícita à localização da área geográfica em estudo.

Atividade 1 na forma de modelos de Argumentação

CD - CJ - CDJ - CDB - CDR - **CDJB** - CDJR - CDJBQ

NÍVEL EPISTEMICO: VI

APÊNDICE G – Percepções Sobre Uso da Argumentação no Ensino de Ciências

Universidade Federal do Piauí
 Centro de Ciências da Educação
 Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino
 Disciplina de Estágio Supervisionado II em Química

Argumentação e ensino: construção e apropriação na sala de aula

O desenvolvimento de habilidades argumentativas inicia desde muito cedo, quando a criança se apropria da linguagem oral e dos usos que pode fazer dela. É na vida cotidiana, interagindo com a família, com os amigos e demais pessoas da comunidade que ela começa a construir seus primeiros argumentos, bem como identificar argumentos produzidos pelos outros.

POR QUE ENSINAR A ARGUMENTAR NA ESCOLA, SE ESSA CRIANÇA JÁ DEMONSTRA TANTAS HABILIDADES?

Atualmente, tem se discutido bastante sobre a importância da cidadania, na formação ética dos indivíduos e do pensamento crítico e, nesse sentido, o trabalho com a argumentação seria grande aliado.

O QUE A ESCOLA FAZ COM ESSA CRIANÇA QUE ARGUMENTA? QUE ATIVIDADES SÃO OFERECIDAS A ESSA CRIANÇA, NO SENTIDO DE APRIMORAR SUA CAPACIDADE ARGUMENTATIVA?

Ensino/aprendizagem da argumentação**1) DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS:**

- Identificar estratégias pedagógicas necessárias para desenvolver capacidades argumentativas;
- Testar estratégias e determinar em que medida a sua implementação melhora a prática pedagógica dos docentes;
- Avaliar a melhoria da qualidade dos argumentos dos estudantes.

EMPECILHOS!!!

- Participação dos docentes e/ou estudantes;
- Falta de recursos;
- Falta de preparação dos professores.

2) CONSEQUÊNCIAS ...

- Falta de oportunidades para os estudantes travarem uma discussão sobre as matérias curriculares;
- Dificuldades de participação numa argumentação científica de qualidade.

“A capacidade de argumentação não surge naturalmente nas pessoas, os estudantes necessitam mergulhar em contextos que lhes permitam praticar suas capacidades argumentativas”
(COSTA, 2008).

3) CONDIÇÕES NECESSÁRIAS PARA UM AMBIENTE DE ARGUMENTAÇÃO

- Formular atividades que desenvolvam as habilidades argumentativas dos licenciandos;
- Promover um ambiente de discussão, no qual os grupos devem ser suficientemente grandes para que surja, naturalmente, uma diversidade de opiniões, mas pequena para que todos participem;
- Levar em consideração durante o ensino de práticas argumentativas os conhecimentos prévios dos licenciandos.

A coerência do conhecimento prévio de uma matéria curricular condiciona a capacidade dos estudantes para explicarem e justificarem, com fundamentação, as suas hipóteses.

Teorias de aprendizagem colaborativa sugerem grupos de 3 a 6 licenciandos

Os licenciandos sentem-se mais capazes de argumentar quando têm um certo grau de

4) PAPEL DO PROFESSOR

- Verificar se os estudantes estão participando em uma argumentação científica de qualidade;
- Verificar quanto tempo os licenciandos se mantêm enquadrados na discussão;
- Averiguar se cada licenciando está ouvindo e contribuindo na discussão;
- Encorajar licenciandos com dificuldades;
- Sugerir a utilização de dados para justificar as suas hipóteses.

O objetivo fundamental do ensino da argumentação no ensino é que os licenciandos adquiram competência para defender e justificar as suas ideias e opiniões, e que se tornem capazes de compreender, diferenciar e confrontar as ideias e opiniões próprias com as dos outros.

Análise e avaliação de textos argumentativos

Segundo Costa (2008), a elaboração de “textos argumentativos” escritos e orais é a melhor forma de ensinar os licenciandos a produzirem argumentação científica fundamentada. Esta aprendizagem implica na utilização de determinadas capacidades cognitivas linguísticas como:

- Descrever;
- Definir;
- Explicar;
- Justificar;
- Argumentar e
- Demonstrar.

Cabe salientar que, ao mesmo tempo em que os estudantes utilizam capacidades cognitivas linguísticas necessitam, também, saber utilizar capacidades cognitivas básicas como analisar, comparar, deduzir, inferir etc. Assim, nos últimos anos diversos autores elaboraram os seus pontos de vista, modelos sobre os elementos constitutivos de uma argumentação, bem como as relações entre eles para que a argumentação seja válida. Ex.: Modelo de Toulmin, IBIS, Erduran etc.

QUAIS ESTRATÉGIAS AUXILIAM NO DESENVOLVIMENTO
DE CAPACIDADES COGNITIVAS? COMO SELECIONAR?
QUAIS SÃO AS MAIS ADEQUADAS?

DIAGNÓSTICO DA ESCOLA

Referências Bibliográficas

COSTA, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objetivo pedagógico fundamental. Revista Iberoamericana de Educación, v. 46, n. 5, p. 1-8, 2008.

LEAL, T. F.; MORAIS, A. G. A argumentação em textos escritos: a criança e a escola. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

RIBEIRO, M. R. A construção da argumentação oral no contexto de ensino. São Paulo: Cortez, 2009.

APÊNDICE H – Roteiro da Entrevista Semiestruturada

ROTEIRO DE ENTREVISTA

Questões Gerais

- 1) O que é argumentação?
- 2) Você tem lembrança de ter realizado atividades argumentativas na vida escolar, especialmente no ensino básico? E fora da escola? Com que frequência essas atividades ocorreram, nas duas situações?
- 3) Que tipo de leitura você faz atualmente?

Questões direcionadas à oficina

- 4) Quais dificuldades você enfrentou na:
 - OFICINA 1: Dados x Justificativas (TDC);
 - OFICINA 2: Melhor explicação (Experimentação);
 - OFICINA 3: Buscando dados para resolver um problema (Estudo de Caso).
- 5) Você pesquisou algum trabalho que trata do uso da Argumentação para basear sua oficina?
- 6) Na sua concepção, quais foram as principais funções que a estratégia escolhida por você deveriam assumir na sua oficina? Você acha que essas funções foram cumpridas no sentido de promover a argumentação?
- 7) Você acredita que a forma como conduziu as discussões na sala de aula influenciou os resultados alcançados?
- 8) De que forma você avalia sua oficina? A proposta utilizada por você atendeu suas expectativas?
- 9) De que forma as atividades realizadas em sala de aula (atividades e oficinas) influenciaram sua formação?
- 10) Você aplicaria estratégias de ensino com objetivo de promover a argumentação novamente? Usaria da mesma forma? Explique.

APÊNDICE I – Termo de Consentimento e Informação para Turma B

Termo de Consentimento e Informação

Nome da Pesquisa: Desenvolvimento da capacidade argumentativa dos estudantes: possibilidades de uso no ensino básico e na formação inicial de professores.

Pesquisador responsável:

Informações sobre a pesquisa: Por meio de leituras, discussões realizadas em sala de aula e do material escrito produzido pelos licenciandos sobre a importância da argumentação para o ensino de ciências (durante as aulas de Estágio Supervisionado I em Química, ministradas no ano de 2011) deseja-se identificar aspectos importantes a respeito da introdução de práticas argumentativas na formação inicial de professores de química, com objetivo de promover seu desenvolvimento profissional no que concerne à argumentação nas aulas de ciências e/ou química, a partir da realização de oficinas sobre tal prática.

Assim, convidamos você, licenciando de graduação em química, a participar deste estudo. Assumimos o compromisso de manter sigilo quanto a sua identidade, como também garantimos que o desenvolvimento da pesquisa foi planejado de forma a não produzir riscos ou desconfortos para os participantes. Pedimos também autorização para gravar (gravação em áudio e vídeo) o que for falado durante as aulas.

Assinatura pesquisador responsável

Eu, _____

RG _____, abaixo assinado, tendo recebido as informações acima, e ciente dos meus direitos, concordo em participar da referida pesquisa, bem como ter:

1. A garantia de receber todos esclarecimentos sobre todas as discussões antes e durante o desenvolvimento da pesquisa podendo afastar-me a qualquer momento assim que desejar.
2. A segurança plena de que não serei identificado, mantendo o caráter oficial da informação, assim como está assegurado que a pesquisa não acarretará nenhum prejuízo individual ou coletivo.
3. A segurança de que não terei nenhum tipo de despesa material ou financeira durante o desenvolvimento da pesquisa, bem como esta pesquisa não causará nenhum tipo de risco, dano físico, ou mesmo constrangimento moral e ético.
4. A garantia de que toda e qualquer responsabilidade nas diferentes fases da pesquisa é dos pesquisadores, bem como fica assegurado que haverá ampla divulgação dos resultados finais nos meios de comunicação e nos órgãos de divulgação científica em que a mesma seja aceita.
5. A garantia de que todo material resultante será usado exclusivamente para a construção da pesquisa e ficará sob guarda dos pesquisadores.
6. Tendo ciência do exposto acima, desejo participar da pesquisa.

Teresina, ____ de _____ de 2011.

Assinatura do participante

APÊNDICE J – Questionário de Caracterização dos Licenciandos da Turma B

Universidade Federal do Piauí
Centro de Ciências da Educação
Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino
Disciplina de Estágio Supervisionado I em Química

Prezado(a) licenciando(a),
 Por favor, responda com atenção cada uma das questões abaixo.

Nome completo: _____
 Idade: _____ Cidade/Estado de Origem: _____

Bloco 1: Formação Estudantil

Ensino Fundamental: () Escola Pública () Escola Privada () Outro: _____
 Ensino Médio: () Escola Pública () Escola Privada () Outro: _____

Bloco 2: Informações Profissionais

Você já lecionou ou leciona? () Sim () Não
 Se sim, qual o nível de ensino?
 Ensino Fundamental: () Escola Pública () Escola Privada () Outro: _____
 Ensino Médio: () Escola Pública () Escola Privada () Outro: _____

Bloco 3:

- 1) Em sua opinião o que significa “argumentar”?
- 2) Para você qual a importância da argumentação na prática social?
- 3) Quais os requisitos que você considera necessários para que um indivíduo esteja apto a argumentar?

Bloco 4:

- 1) Quantos livros você lê, em média, por ano? () menos de 1; () 1 a 3; () 3 a 6; () mais de 6
- 2) No seu cotidiano, você lê mais frequentemente: () livros; () jornais; () revistas; () outros. Quais?

- 3) Você tem interesse por trabalhos relacionados à Ciência (divulgação de novas descobertas, aspectos históricos, formas de produção, etc.)? Se sim, quais tipos de trabalhos dessa natureza você já leu? Lembre de algum que tenha chamado a sua atenção?
- 4) A produção e a divulgação do conhecimento científico envolvem diversas formas de comunicação. Algumas delas estão citadas abaixo. Assinale aquelas que você conhece: () Artigos de divulgação científica; () Livros didáticos de Ciências; () Relatórios de pesquisa; () Artigos científicos; () Trabalhos apresentados em reuniões científicas; () Projetos de pesquisa; () outros. Quais?
- 5) Você já participou de algum evento científico? Se sim, qual(is)?
- 6) Que gênero de leitura você prefere?
- 7) Na maioria das vezes, com que finalidade você lê?
- 8) Acha importante a leitura? Por quê? Você tem tempo para ler durante o seu dia?
- 9) Você assina ou lê, frequentemente, alguma revista ou jornal? Se sim, qual(is)? Essa leitura representa alguma contribuição para você? Se sim, qual(is)?
- 10) Você lia revistas infantis? Relate brevemente as leituras mais marcantes que realizou na sua infância.
- 11) Já ganhou livro de presente? Qual(is)? Se não ganhou, o que sentiria se ganhasse?
- 12) Já deu livro a alguém? Qual(is)?
- 13) Quais os últimos livros que você leu?
- 14) Tem algum livro que você gostaria de ler, mas não leu? Por quê?
- 15) Há alguma coisa que você tenha lido e nunca mais tenha esquecido? Por que não esqueceu? Qual o título e o autor?
- 16) Você relê um texto/livro quando gosta dele?
- 17) Você para na banca de jornal para ler as manchetes do dia?
- 18) Gosta de escrever? Escreve o que e onde?

19) Quando vai estudar como é a sua relação com a leitura? Quando lê com outro propósito o faz da mesma maneira?

APÊNDICE K – Ficha para Seleção de Oficinas que Segundo os Licenciandos Promovem a Argumentação em Sala de Aula

Universidade Federal do Piauí
Centro de Ciências da Educação
Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino
Disciplina de Estágio Supervisionado I em Química

FICHA DE SELEÇÃO DE OFICINAS

INDIQUE 4 (QUATRO) PROJETOS QUE, NA SUA OPINIÃO, FAVORECERÃO O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES ARGUMENTATIVAS NOS LICENCIANDOS EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO BÁSICO. PARA TANTO, APRESENTE ABAIXO, EM ORDEM DE PREFERÊNCIA, OS PROJETOS QUE VOCÊ ACREDITA QUE PROMOVERÃO TAIS HABILIDADES. ARGUMENTE EM DEFESA DE CADA UM DOS PROJETOS SELECIONADOS.

PROJETO 1:

PROJETO 2:

PROJETO 3:

PROJETO 4:

APÊNDICE L – Material de Divulgação das Oficinas

OFICINA 2: ***PLÁSTICOS: APRENDA COMO USAR!***

Ministrantes:

Número de vagas: 25 alunos

Público: Ensino Médio

Dia: 24/05/2012

Horário: 08 às 12 horas

CONTATO:

COORDENADOR:

Professor:

Centro de Ciências da Educação
Depto. de Métodos e Técnicas de
Ensino

Telefone:

Email:

SUBCOORDENADORA:

Professor:

Centro de Ciências da Natureza
Curso de Lic. em Ciências da
Natureza

Telefone:

Email:

INSCRIÇÕES:

Local:

Informações e inscrições:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MÉTODOS E TÉCNICAS DE ENSINO

OFICINAS TEMÁTICAS DE QUÍMICA

POR: ESTUDANTES
DE LICENCIATURA EM
QUÍMICA DA UFPI

TERESINA, PI
Maio/2012

OFICINA 1:

***ENERGIA NUCLEAR:
SOLUÇÃO OU PROBLEMA?***

Ministrantes:

Número de vagas: 25 alunos

Público: Ensino Médio

Dia: 31/05/2012

Horário: 08 às 12 horas

OFICINA 3:

***TU FUMAS, EU NÃO FUMO:
NÓS FUMAMOS***

Ministrantes:

Número de vagas: 25 alunos

Público: Ensino Médio

Dia: 31/05/2012

Horário: 08 às 12 horas

OFICINA 4:

TRANSFORM-AÇÃO

Ministrantes:

Número de vagas: 25 alunos

Público: Ensino Médio

Dia: 24/05/2012

Horário: 08 às 12 horas