Universidade de São Paulo

Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Biociências
Faculdade de Educação

Wagner Alves Moreira

**Desenvolvimento do Conhecimento
Pedagógico do Conteúdo para
argumentação (PCKarg) de um
professor de Química recém formado**

São Paulo

2015

Wagner Alves Moreira

**Desenvolvimento do Conhecimento
Pedagógico do Conteúdo para
argumentação (PCKarg) de um
professor de Química recém formado**

Tese apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Carmen Fernandez

São Paulo

2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Moreira, Wagner Alves

Desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo para argumentação (PCKarg) de um professor de química recém formado. São Paulo, 2014.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Profa. Dra. Carmen Fernandez

Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Química – Estudo e ensino; 2. Saberes do docente; 3. Formação de professores; 4. Professor reflexivo; 5. Argumentação; 6. Desenvolvimento profissional.

USP/IF/SBI-109/2014

*Aos meus pais,
José e Gerssina e aos
grandes amores da
minha vida: Claudia e
Maria Luiza.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José e Gerssina, que me mostraram o caminho da honestidade e da força de caráter. Agradeço por me criarem em um lar cristão e por me fornecerem uma atmosfera de segurança e dignidade. Por terem sido as melhores referências pra mim são poucas as palavras de agradecimento.

À Claudia, minha esposa, grande amiga e companheira de todas as horas há mais de vinte anos. Obrigado pelo apoio, por entender os momentos de isolamento para estudos e por sempre acreditar que eu sou capaz de atingir meus objetivos. Sua confiança sempre foi e será minha inspiração.

À Maria Luiza, minha filha querida e a razão mais forte por eu me considerar o a pessoa mais feliz desse mundo. Ser seu pai tem sido uma experiência inenarrável. Sua alegria, talento e criatividade tem tornado minha vida muito mais rica e interessante.

Ao amigo Paulo Henrique Trentin por seus conselhos e companheirismo. Agradeço, amigo, por me fazer enveredar pelo estudo das questões relacionadas ao Ensino. Com certeza, suas sugestões e nossas conversas mudaram minha visão de mundo e minha carreira.

À direção da Faculdade São Bernardo – FASB – representada pelo Dr. Ariovaldo Pécora, Dra. Luciana Delle Sedie Pécora, e a vice-diretora Profa. Maria do Rosário Diogo de Faria que sempre acreditaram, apoiaram e incentivaram meu trabalho. Obrigado pelo carinho.

Aos meus colegas de trabalho e todos os estudantes com quem convivi. Vocês não sabem o quanto cada um de vocês, dos modos mais diversos, contribuíram para o desenvolvimento e construção desta tese.

Às diretoras Profa. Janice e Profa. Filomena e às coordenadoras do Ensino Fundamental I Profa. Penha e Profa. Renata do colégio Eduardo Gomes. Muito obrigado pelos anos de convívio e profissionalismo e por permitirem que esta pesquisa tenha sido desenvolvida dentro do colégio. Esse apoio foi fundamental para o sucesso deste trabalho.

Agradeço imensamente à minha orientadora Carmen Fernandez que com seu jeito sereno me mostrou como uma orientação deve ocorrer. Obrigado por tornar essa caminhada muito mais leve e divertida. Com certeza meus orientandos irão se beneficiar com as lições que aprendi contigo.

RESUMO

Moreira, W. A. Desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo para argumentação científica (PCKarg) de um professor de Química recém formado. 2015. 341f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências – Ensino de Química) apresentada ao Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2015.

No presente trabalho foi investigado o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo para o ensino de argumentação científica (PCKarg) de um professor de Química recém formado (PQRF). Objetivou-se investigar o desenvolvimento do PCKarg desse professor desde sua formação inicial até seu envolvimento com um professor experiente (PQ) e um grupo de quatro professoras do Ensino Fundamental I em atividades envolvendo processos de argumentação e ensino investigativo. Para isso, foi apresentado a PQRF o contexto em que quatro professoras polivalentes lecionavam “Ciclo da água” e “Evaporação” no 3º ano do Ensino Fundamental I. Dentro desse contexto cabe destacar a influência do material didático escrito empregado pelas professoras - suas concepções acerca do ensino de Ciências e propostas de aulas experimentais - e a influência das concepções e do discurso de uma professora especialista formada em Biologia (PB) sobre a prática docente dessas professoras. Após PQ e PQRF assistirem e analisarem registros audiovisuais de aulas que ocorreram em sala de aula e no laboratório didático, eles (re)planejaram, com base no contexto das aulas, uma intervenção que tinha como objetivo engajar as professoras polivalentes em processos de argumentação e ensino investigativo. Na sequência, a intervenção foi implementada favorecendo a interação entre PQRF e as professoras de modo que esse professor vivenciasse as demandas impostas ao assumir o papel de professor-formador introduzindo as professoras na argumentação científica e no ensino investigativo.

Os dados foram coletados a partir dos seguintes instrumentos – material didático escrito (empregado pelas professoras), entrevistas registradas em áudio e vídeo, realizadas separadamente com as quatro professoras polivalentes e com PQRF, registros audiovisuais das aulas a respeito de Evaporação, respostas de PQRF ao instrumento Representação de Conteúdo (CoRe) de argumentação produzido antes do planejamento, durante a interação entre PQRF e as professoras polivalentes e dois anos após o término dessa interação, registros em vídeo das intervenções e discussões em grupo, produção de texto e representações pictóricas por parte das professoras polivalentes e elaboração de mapas conceituais por PQRF.

A análise do desenvolvimento do PCKarg foi feita com base no modelo de Grossman. Identificou-se que, ao longo de todo o processo, PQRF mostrou mudanças significativas em elementos da base de conhecimentos de professores e em elementos relacionados ao PCK propostos no modelo de Grossman. Sendo assim, PQRF apresentou mudanças: (i) em suas concepções acerca dos propósitos para ensinar o conteúdo específico, (ii) em seu conhecimento de estratégias instrucionais, (iii) em seu conhecimento da compreensão dos estudantes e (iv) no conhecimento do conteúdo específico.

Entre os fatores que contribuíram para o desenvolvimento do PCKarg destacamos a apresentação feita por PQ e a reflexão sobre o contexto em que a intervenção iria ocorrer; a apresentação de modelos de práticas argumentativas - que se configuraram como um ponto de partida para que o ensino investigativo e a argumentação científica fossem incorporadas à prática docente de PQRF e a restrição de não fornecer respostas prontas e fomentar a argumentação científica nas professoras por meio de boas perguntas.

Destacamos que esse último aspecto contribuiu, significativamente, com o desenvolvimento de um repertório de boas perguntas por meio das quais a argumentação foi favorecida, causando impacto nas concepções acerca dos propósitos para lecionar por meio da argumentação científica e no desenvolvimento do PCKarg de PQRF.

Palavras-chave: Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, Argumentação no ensino de Ciências, Formação de Professores, Ensino de Química.

ABSTRACT

Moreira, W. A. Development of Pedagogical Content Knowledge of scientific argumentation (PCKarg) of an early career chemistry teacher. 2015. 341f. Thesis (Doctorate in Science Education – Chemical Education) submitted to the Physics Institute, Chemistry Institute, Bioscience Institute and Education Faculty, University of São Paulo, 2015.

The present study investigated the development of Pedagogical Content Knowledge of scientific argumentation (PCKarg) of an early career chemistry teacher (PQRF). This study aimed to investigate the PCKarg development of this teacher since the pre-service education until his involvement with an expert teacher (PQ) and a group of four primary school teachers during activities involving argumentation process and inquiry teaching.

Thus, it was presented to PQRF the context in which four primary teachers lectured water cycle and evaporation in 3rd grade of primary school. In this context we highlight the influence of the textbook employed by teachers – the conceptions of teaching science and proposals for experimental classes in it - and the influence of ideas and discourse of an Biology teacher (PB) on the teaching practice of these primary teachers.

After PQ and PQRF observed and analyzed video recordings of primary teacher' classes that occurred in the classroom and laboratory they (re)designed, based on the context of the classes, an intervention with the teachers. This intervention aimed to engage the primary teachers in argumentation processes and inquiry teaching. In sequence, the intervention was implemented in order to promote the interaction between PQRF and primary teachers so that PQRF had to deal with the demands imposed to assume the role of a teacher educator introducing teachers to scientific argumentation and the inquiry teaching.

Data were collected from the following instruments - textbook (used by teachers), interviews recorded in audio and video conducted separately with the four primary teachers and PQRF, video recordings of lessons on evaporation, PQRF responses to Content Representation instrument (CoRe) of argumentation produced before the planning, during the interaction between PQRF and primary teachers and two years after the end of this interaction; text production and pictorial representations by the primary teachers and concept maps elaborated by PQRF.

Analysis of PCK development was based on the Grossman's model. The elements of PCK presented in this model were used as categories to document the PCKarg development of PQRF during the in-service training. It was identified that, during the whole process, PQRF showed significant changes in elements of the knowledge base for teaching and the elements related to PCK proposed by the Grossman model. Thus, PQRF showed changes: (i) in their conceptions of the purposes to teach the specific content, (ii) in their knowledge of instructional strategies, (iii) in their knowledge of understanding of students and (iv) subject matter knowledge.

Among the factors that contributed to the development of PCKarg we can highlight the presentation done by PQ and reflection of the context in which the intervention would occur; the presentation of models of argumentative practices - that is configured as a starting point for the inquiry teaching and scientific argumentation were attached to teaching practice of PQRF and the restriction of not provide ready answers and foster scientific argument in teachers through good questions.

We emphasize that this later aspect contributed significantly to the development of a repertoire of good questions through which the argument was favored impacting PQRF's conceptions of the purposes for teaching through scientific argumentation and development of PCKarg.

Keywords: Pedagogical Content Knowledge, Argumentation in Science Education, Teacher Education, Chemistry teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação proposto por Shulman (1987) e adaptado por Salazar (2005), tradução Fernandez (2011))	31
Figura 2. Modelo de conhecimento de professores proposto por Gess-Newsome (1999), tradução Fernandez (2011).....	35
Figura 3. Modelo da relação entre os domínios do conhecimento do professor, proposto por Grossman (1990), tradução Fernandez (2011).	37
Figura 4. Componentes do conhecimento pedagógico do conteúdo para o ensino de ciências, segundo Magnusson et al. (1999), tradução Fernandez (2011).....	39
Figura 5. Modelo de argumento proposto por Toulmin.....	43
Figura 6. Tipos de refutações presentes na argumentação	44
Figura 7. Materiais didáticos utilizado pelas participantes da pesquisa	71
Figura 8. Vista do posicionamento do entrevistado, entrevistador e filmadora no momento da entrevista	74
Figura 9. Mapa conceitual utilizado na condução das entrevistas.....	76
Figura 10. Vista do posicionamento do entrevistado, entrevistador e filmadora no momento da entrevista com as professoras polivalentes.....	77
Figura 11. Vista do posicionamento da filmadora nas gravações em vídeo das aulas em sala de aula	78
Figura 12. Vista do posicionamento da filmadora nos registros audiovisuais das aulas em laboratório.....	79
Figura 13. Vista do posicionamento da filmadora nos registros audiovisuais nos encontros para formação em serviço em sala de aula	80
Figura 14. Vista do posicionamento da filmadora nos registros audiovisuais nos encontros para formação em serviço no laboratório de Ciências.....	80
Figura 15. Modelo de CoRe enviado a PQRF em Planilha de Excel.....	82
Figura 16. Imagem do texto da proposta de atividade experimental 1	105

Figura 17. Imagem do texto do poema introduzido no livro-texto 1 retirado do livro “Veja o céu” de Maria Cecília da Silva.....	105
Figura 18. Imagem do texto para explicar como a neve se forma.....	106
Figura 19. Imagem do texto apresentando as conclusões com a atividade experimental 1	108
Figura 20. Imagem adaptada a partir do texto da atividade 2	109
Figura 21. Imagem do texto da atividade 3.....	110
Figura 22. Elementos da problematização investigativa identificados por PQ	181
Figura 23. Relação entre os conhecimentos envolvidos no favorecimento da argumentação.....	195
Figura 24. Relação entre os conhecimentos envolvidos no favorecimento da argumentação e os elementos presentes na problematização investigativa	198
Figura 25. Material gerado na sondagem realizada por PQRF	211
Figura 26. Relação entre os conhecimentos de argumentação e o conhecimento dos propósitos para ensinar um conteúdo específico	228
Figura 27. Representação pictórica produzida por P2 no encontro 1.....	233
Figura 28. Representação pictórica produzida por P1 no encontro 1.....	235
Figura 29. Representação pictórica produzida por P3 no encontro 1.....	237
Figura 30. Representação pictórica produzida por P4 no encontro 1.....	240
Figura 31. CoRe de argumentação produzido por PQRF antes do planejamento da formação em serviço	253
Figura 32. CoRe de argumentação produzido por PQRF após do planejamento da formação em serviço	254
Figura 33. CoRe de argumentação produzido por PQRF dois anos após a formação em serviço	255
Figura 34. Imagem do <i>slide</i> contendo visões controversas acerca da evaporação da água.....	278

Figura 35. Representações pictóricas produzidas respectivamente por P2, P3 e P4 do processo de evaporação de água sobre uma folha de sulfite	294
Figura 36. Imagem do arquivo criado no programa Cmaptools.....	297
Figura 37. Imagem da classificação feita por PQRF a partir dos conceitos presentes no arquivo Cmaptools.....	297
Figura 38. Mapa conceitual acerca da argumentação científica elaborada a partir das relações conceituais propostas por PQRF	300
Figura 39. Relação entre as novas grandes ideias presentes no CoRe III, as respostas de PQRF à questão 7 e os elementos favorecedores da argumentação	304

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Tradução de parte do CoRe acerca do conteúdo sistema circulatório	41
Quadro 2. Resumo da quantidade de estudantes por série em 2012	66
Quadro 3. Dados relacionados à formação e experiência no magistério	69
Quadro 4. Caracterização dos elementos do Modelo de Grossman com base na literatura.....	92
Quadro 5. Relação de atividades práticas e objetivos propostos no manual do professor.....	100
Quadro 6. Classificação e características das atividades experimentais	111
Quadro 7. Resumo dos dados encontrados nas entrevistas	113
Quadro 8. <i>Continuum</i> encontrado entre professores que lecionam Ciências por meio da argumentação científica.....	160
Quadro 9. Relação entre o nº de episódios interativos e os conhecimentos do PCK propostos por Grossman ao longo do planejamento da formação em serviço	167
Quadro 10. Síntese das concepções alternativas surgidas no encontro	242

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Diferentes modelos do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.....	33
Tabela 2. Estrutura Analítica empregada para diagnosticar a qualidade da argumentação.....	45
Tabela 3. Graus de liberdade do professor/estudante em aulas de laboratório	46
Tabela 4. Proposta de formação em serviço visando o ensino de argumentação a partir do fenômeno de evaporação.....	84
Tabela 5. Resumo das mudanças de visão de PQRF a respeito de estratégias instrucionais argumentativas no encontro 1	180
Tabela 6. Resumo das mudanças de visão a respeito das estratégias instrucionais no encontro 2	190
Tabela 7. Resumo das mudanças no conhecimento da compreensão dos estudantes (MCCE) no encontro 2.....	207
Tabela 8. Resumo das mudanças no conhecimento da compreensão dos estudantes (MCCE) no encontro 3.....	220
Tabela 9. Resumo das concepções de PQRF acerca dos propósitos para ensinar um conteúdo específico no encontro 1.....	227
Tabela 10. Classificação das concepções encontradas no encontro 1	244
Tabela 11. O conhecimento dos propósitos para ensinar por meio da argumentação científica encontrados no CoRe II.....	272
Tabela 12. O conhecimento dos propósitos para ensinar argumentação científica encontrados no CoRe III.....	291
Tabela 13. Relação entre os propósitos para ensinar argumentação científica e as concepções de PQRF.....	306

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
JUSTIFICATIVA.....	21
OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISA	24
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO	25
1.1 A natureza do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.....	25
1.2 A origem do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo	26
1.3 Modelos de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.....	32
1.3.1 Modelo de Grossman	37
1.3.2 Modelo de Magnusson, Krajcik e Borko	38
1.4 Representação de conteúdo - CoRe	38
1.5 A argumentação no ensino de Ciências.....	42
1.6 O PCK de argumentação científica	47
1.7 O contexto do ensino de Ciências na polivalência	56
1.8 O ensino de evaporação no Ensino Fundamental I.....	62
CAPÍTULO 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS	66
2.1 Contexto da pesquisa	66
2.2 Sujeitos envolvidos na pesquisa.....	67
2.2.1 O professor de Química recém-formado (PQRF).....	67
2.2.2 As professoras polivalentes.....	68
2.2.3 A professora de Biologia (PB)	69

2.3 Fontes de dados.....	70
2.3.1 Material didático escrito.....	71
2.3.2 Entrevistas.....	71
2.3.2.1 As formas de entrevistas empregadas.....	72
2.3.2.2 Entrevistas realizadas com PQRF.....	74
2.3.2.3 Entrevistas realizadas com as professoras polivalentes.....	75
2.3.3 Registros audiovisuais das aulas e encontros.....	77
2.3.3.1 Registros audiovisuais em sala de aula.....	78
2.3.3.2 Registros audiovisuais no laboratório de Ciências.....	79
2.3.3.3 Registros audiovisuais da formação em serviço.....	79
2.3.4 Representações de conteúdo – CoRes.....	81
2.4 Intervenção desenvolvida para formação em serviço.....	82
2.5 Metodologia de análise.....	88
 CAPÍTULO 3. O CONHECIMENTO DO CONTEXTO.....	 95
3.1 O material didático escrito.....	95
3.1.1 O manual do professor.....	95
3.1.2 O livro-texto.....	104
3.2 As entrevistas com as professoras polivalentes.....	112
3.2.1 Histórico escolar.....	114
3.2.2 Formação acadêmica.....	120
3.3 As aulas experimentais de PB.....	126
3.3.1 A primeira aula experimental.....	127
3.3.1.1 Os episódios interativos presentes na atividade experimental 1.....	127
3.3.1.2 Os episódios interativos presentes na atividade experimental 2.....	135
3.3.2 A segunda aula experimental.....	138
3.3.2.1 Os episódios interativos presentes na atividade proposta por PB.....	139

3.3.2.2 Os episódios interativos presentes na atividade experimental 3.....	141
3.3.2.3 Os episódios interativos presentes na atividade experimental 4.....	145
3.4 A aula de P4 a respeito do ciclo da água.....	147

CAPÍTULO 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 154

4.1 Apresentação do projeto de pesquisa e as concepções de PQRF 155

4.2 A (re)construção do PCK para argumentação de PQRF durante o planejamento da formação em serviço 164

4.2.1 Visão geral dos dados coletados nos encontros 1, 2 e 3 166

4.2.2 O conhecimento das estratégias instrucionais no encontro 1 170

4.2.3 O conhecimento das estratégias instrucionais no encontro 2 181

4.2.4 O conhecimento das estratégias instrucionais no encontro 3 192

4.2.5 O conhecimento da compreensão dos estudantes no encontro 2 197

4.2.6 O conhecimento da compreensão dos estudantes no encontro 3 208

4.2.7 Os propósitos para ensinar um conteúdo específico no encontro 1..... 222

4.3 Análise da argumentação no encontro 1 da formação em serviço..... 230

4.3.1 As concepções alternativas das professoras polivalentes 231

4.3.1.1 As concepções de P2..... 231

4.3.1.2 As concepções de P1..... 234

4.3.1.3 As concepções de P3..... 236

4.3.1.4 As concepções de P4..... 238

4.3.2 A estrutura da atividade experimental 1 e a condução de PQRF na sondagem das concepções alternativas 245

4.4 Análise do CoRe de argumentação produzido por PQRF 251

4.4.1 Análise do CoRe I..... 256

4.4.2 Análise do CoRe II..... 263

4.4.2.1 O conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico 264

4.4.2.2 O conhecimento das estratégias instrucionais 273

4.4.2.3 O conhecimento da compreensão das professoras acerca da argumentação científica.....	281
4.4.3 Análise do CoRe III.....	286
4.4.3.1 O conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico	287
4.4.3.2 O conhecimento das estratégias instrucionais	292
4.4.3.3 O conhecimento da compreensão das professoras acerca da argumentação científica.....	308
CONCLUSÕES	313
IMPLICAÇÕES	323
REFERÊNCIAS.....	327

APRESENTAÇÃO

Iniciei um contato mais específico com o estudo de Química, em meados da década de 1980. Esse início se deu por meio do curso de técnico em Química, em um colégio da região do ABC Paulista.

Morando em uma região em que várias centenas de empresas químicas estavam instaladas e sendo filho de um trabalhador de uma grande empresa química da região, matricular-se no curso de técnico em Química pareceu a coisa certa a fazer.

Desde o início a magia dos conceitos me contagiou, rapidamente comecei a fazer o estágio e em pouco tempo não podia me imaginar fazendo outra coisa. Depois, trabalhando no polo petroquímico da região, o desejo de cursar a graduação nessa área foi o propulsor para a tomada de decisão em trilhar esse novo caminho.

Ao finalizar a graduação: Bacharelado com atribuições tecnológicas e licenciatura plena em Química, surgiram o desejo e a oportunidade de lecionar. Minha carreira, no magistério, iniciou-se na rede pública em um colégio situado também na região do ABC paulista. Uma vez inserido no contexto escolar, rapidamente identifiquei as dificuldades que os estudantes tinham ao serem expostos à maioria dos conteúdos ministrados em Química.

Posteriormente, quando comecei a trabalhar na rede particular de ensino percebi que os estudantes dessa rede também apresentavam as mesmas dificuldades observadas nos estudantes das escolas públicas.

Assim, investi em minha formação científica, no sentido de aumentar meu nível de conhecimento do conteúdo, cursando Mestrado em Físico-Química, no Instituto de Química da Universidade de São Paulo. Com isso, acreditava poder contribuir para minimizar os problemas de aprendizagem que identificava em sala de aula.

Contudo, mesmo após o Mestrado ter sido concluído e ter obtido um conhecimento específico mais robusto, os problemas em sala de aula ainda persistiam. Desse modo, percebi que o simples aumento do conhecimento do conteúdo não era condição suficiente para melhorar minha prática docente a ponto de minimizar os problemas em sala de aula.

A partir disso, voltei minha atenção para a literatura especializada acerca das pesquisas realizadas na área de ensino de Química na busca de uma fundamentação teórica que fosse capaz de me auxiliar a melhorar a prática docente e lidar, de modo mais adequado, com as dificuldades dos estudantes.

Examinando a literatura me deparei com trabalhos:

- (i) que versavam a respeito da importância do professor investigar sua prática docente (pesquisa-ação);
- (ii) relacionados às concepções prévias dos estudantes e sua influência na aprendizagem;
- (iii) nos quais discutiam-se os erros conceituais presentes nos livros didáticos etc.

Ressalta-se que esses trabalhos contribuíram de maneira significativa para aumentar meus conhecimentos pedagógicos relacionados ao ensino de Química e compreender as dificuldades dos estudantes. Nesse contexto, também se destaca o papel da revista “Química Nova na Escola” (QNEsc) na qual encontram-se vários artigos cujas leituras também causaram influência na formação de uma nova visão a respeito do ensino de Química.

Ressalta-se ainda a influência dos Encontros Nacionais do Ensino de Química (ENEQs) de 2006, 2008 e 2010, pois esses foram parte importante desse processo. O material que produzi e publiquei nesses eventos, os minicursos e os debates ocorridos ajudaram a expandir meus conhecimentos a respeito dos estudantes e a me aprofundar na literatura especializada da área.

Por sua influência direta nesta tese, destaca-se o trabalho publicado no ENEQ de 2008. Nesse trabalho foram investigadas as concepções dos estudantes, do 3º Ano do Ensino Médio, após aulas formais a respeito do conteúdo “Pressão de vapor”.

Esse trabalho foi desenvolvido com a finalidade de conhecer quais eram as concepções prévias desses estudantes acerca do conceito de pressão de vapor, compreender sua influência no processo de aprendizagem e quais concepções influenciam o processo de transferência do conhecimento, discutido em sala de aula, para situações do dia-a-dia. Assim, intencionou-se também contribuir com as investigações que visam conhecer a origem das barreiras epistemológicas que dificultam ou impedem a construção dos conceitos envolvidos.

Com os resultados obtidos com essa pesquisa verificou-se que:

1. A maioria dos estudantes acreditavam que, a 25 °C a água não pode evaporar por falta de energia.
2. Moléculas de água somente podem evaporar na temperatura de 100 °C.
3. As moléculas na temperatura ambiente se encontram paradas.

No momento em que esses estudantes foram questionados acerca da origem de suas concepções, afirmaram terem sofrido forte influência: do que viram ou ouviram a respeito da evaporação desde a infância, do discurso escolar (aulas de Ciências – desde o Ensino Fundamental I, Física e Química sobre curvas de aquecimento e evaporação). Também relataram a influência dos modelos mentais que eles

construíram para interpretar o mundo até aquele momento.

Desse modo, percebi que muitas das concepções, que os estudantes carregam, surgem a partir de suas experiências cotidianas e da sua relação com seus professores em ambientes em que uma reprodução acrítica do conteúdo dos livros didáticos ocorre.

Motivado por esses dados de pesquisa e por influência de uma gama de artigos encontrados na literatura especializada, nos quais se afirmam que os problemas relacionados ao ensino de Ciências estão relacionados ao fato de que o ensino de Ciências é completamente dissociado do fazer da ciência, surgiu o desejo de investigar de que modo se pode contribuir com a formação de futuros professores de Química de maneira que esses lidem adequadamente com as demandas de sala de aula a fim de favorecer que seus estudantes aprendam os conteúdos e entendam o fazer da ciência via argumentação científica.

É importante lembrar que, conforme encontramos na literatura especializada, formar professores que entendam a epistemologia da ciência, dominem conhecimentos de investigação e argumentação científica em sala de aula não é uma tarefa simples. Encontramos ainda que os professores normalmente não possuem o repertório necessário para que esses incorporem espontaneamente a argumentação científica em suas salas de aula.

Com base nisso, investigou-se quais conhecimentos mínimos o professor deve dominar para engajar os estudantes em ambientes em que a investigação e a argumentação científica estejam presentes de modo a fazer com que esses além de compreender os conteúdos específicos entendam também a epistemologia da ciência.

Sendo assim, cabe ressaltar que meu referencial teórico está alicerçado no conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), nas ideias de ensino investigativo e na argumentação científica em sala de aula.

Conforme será apresentado a seguir acredita-se que o PCK de argumentação é um conhecimento que favorece que o professor integre a argumentação científica em suas aulas de modo a engajar adequadamente os estudantes em práticas argumentativas.

Nesse contexto, investigou-se como a relação entre um professor de Química recém-formado que possuía conhecimentos básicos de argumentação científica, adquiridos durante dois semestres em sua graduação, com um professor experiente em argumentação científica, ao planejar uma formação em serviço para professoras polivalentes que lecionam evaporação e ciclo da água para estudantes do terceiro ano do Ensino Fundamental I, aumenta o PCK de argumentação do professor recém formado.

Foi investigada também a influência das interações entre o professor recém formado e as professoras polivalentes nos encontros da formação em serviço, nos quais esse professor atuou como formador, no PCK de argumentação desse professor.

Investigou-se ainda qual a influência das reflexões feitas pelo professor recém-formado a respeito do planejamento e dos encontros com as professoras sobre o PCK de argumentação desse professor.

JUSTIFICATIVA

A sociedade moderna é cada vez mais dependente de conceitos científicos para tomar decisões acerca de como avançar tecnologicamente. Desse modo, as pessoas em geral deveriam saber utilizar as informações e os conceitos científicos para poder se posicionar a partir de questões que envolvem Ciência, Tecnologia, Meio ambiente e sociedade.

Tendo em vista que essas são apenas algumas dentre várias questões que estão presentes na sociedade moderna, afirma-se que as pessoas podem se posicionar adequadamente se souberem ler, interpretar e fazer uso das informações científicas disponíveis.

Assim, afirma-se (NRC, 2011) que a prática científica na aprendizagem juntamente com o desenvolvimento da argumentação científica, pode gerar cidadãos capazes de compreender a lógica científica; entender e criar argumentos científicos; processar e avaliar as informações científicas durante a tomada de decisões. Por conta disso, a argumentação científica tem sido um tema cada vez mais presente nas reformas propostas para o ensino de Ciências (DUSCH; SCHWEINGRUBER; SHOUSE, 2007).

Conforme aponta Lemke (2002), a partir do entendimento de como os cientistas elaboram suas teorias é possível entender como suas ideias mudam com base em novas evidências. Isso contribui para que os estudantes compreendam a epistemologia da Ciência e entendam que a Ciência é composta por verdades provisórias em vez de verdades absolutas como se acredita a partir do senso comum.

De acordo com essa visão no aprendizado de Ciências, os estudantes devem ser levados a ir além do simples conhecimento, de forma passiva, de teorias propostas pelo meio científico, traduzidas nos livros didáticos. Assim, os estudantes devem entender como cada nova geração de cientistas (re)elabora suas visões de mundo preparando esses estudantes para empregar os recursos culturais (textos, equações, diagramas etc.) de modo apropriado.

Desse modo, o Ensino de Ciências nas escolas desempenha um papel crucial. Porém, conforme afirmaram Driver, Newton e Osborne (2000), a Ciência escolar é positivista. Desse modo, o conhecimento científico é visto como um produto acabado que deve ser aprendido literalmente.

Com isso, vemos que o Ensino de Ciências, da forma como vem sendo

praticado, é incompatível com a natureza da Ciência. Dessa maneira, devido à natureza da construção do conhecimento científico, deve ser dada maior prioridade à prática discursiva e à argumentação em sala de aula como um modo de romper com a visão positivista da Ciência escolar e favorecer a aquisição do conhecimento científico pelos estudantes.

Para Zohar (2008) os professores, que incorporam a argumentação científica com sucesso em suas aulas, conheciam e compreendiam as ideias dos seus estudantes e eram capazes de responder adequadamente aos eventos inesperados que surgiam no ambiente da sala de aula durante o processo argumentativo.

Com base nisso, destaca-se o papel dos professores de Ciências na promoção da argumentação científica entre os estudantes (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006).

Acerca do papel do professor, cabe destacar que não é possível esperar que os professores incorporem espontaneamente a prática argumentativa em suas aulas sem que esses tenham um forte entendimento do contexto da argumentação vivenciando a argumentação científica como aprendizes (ZEMBAL-SAUL, 2009).

Embora seja possível encontrar muitos estudos na literatura acerca da argumentação em sala de aula, existem poucos investigando os conhecimentos e o entendimento que os professores possuem a respeito do contexto da argumentação (EVAGOROU; DILLON, 2011). Segundo McNeill e Knight (2013) os estudos investigando o conhecimento dos professores acerca da argumentação mostram que esses não possuem o conhecimento para integrar a argumentação à prática de sala de aula.

No presente estudo foi investigado o desenvolvimento do *PCK* de argumentação (*PCKarg*) (McNEILL; KNIGHT, 2013) de um professor de Química recém-formado (*PQRF*) com intuito de analisar como esse conhecimento se desenvolve na prática de sala de aula e na reflexão acerca dessa prática (NILSSON; VAN DRIEL, 2010).

Consideramos que o *PCKarg* é um conhecimento que o professor necessita saber para ajudar os estudantes a se engajarem em práticas argumentativas tais como: fazer questionamentos; planejar investigações e construir explicações com base em evidências (DAVIS; KRAJCIK, 2005; McNEILL; KNIGHT, 2013).

Embora o *PCK*, seja reconhecidamente um tipo de conhecimento adquirido na prática de professores em sala de aula, acredita-se que esse conhecimento possa ser bastante útil também para professores em formação inicial, de forma que a pesquisa de *PCK* com professores experientes pode gerar contribuições importantes para cursos de formação inicial de professores, fazendo com que a prática de professores

bem-sucedidos possa promover uma ampliação de repertórios de experiência pedagógica em licenciandos ainda durante a formação inicial desses professores.

Além disso, nas últimas décadas, em muitos estudos têm sido analisado o papel da argumentação no contexto educacional (KELLY; TAKAO, 2002; ERDURAN, 2006). Com os resultados dessas pesquisas verificou-se que o discurso é um fator importante na aquisição do conhecimento científico e no desenvolvimento do hábito de fazer ciência (JIMENEZ-ALEIXANDRE; RODRIGUES; DUSCHL, 2000).

Assim, estudos que investiguem de que modo a inclusão da argumentação no ensino de ciências na formação inicial e/ou na formação em serviço dos professores impacta no PCK desses, podem contribuir para a compreensão de como os cursos de formação de professores podem atuar para melhorar o desempenho dos docentes nas aulas de Ciências.

OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISA

Objetivo geral

Analisar o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de argumentação científica (PCKarg) de um professor de Química recém-formado (PQRF), desde sua formação inicial até seu envolvimento com um professor experiente (PQ), e um grupo de professoras do Ensino Fundamental I, em atividades envolvendo processos de argumentação e ensino investigativo.

Sendo assim, os objetivos específicos vêm discriminados a seguir:

- Identificar quais concepções acerca da argumentação científica PQRF trazia de sua formação inicial.
- Analisar de que modo a interação entre PQRF e PQ e entre PQRF e professoras polivalentes favoreceu o desenvolvimento do PCKarg em PQRF.
- Avaliar de que modo o PCKarg de PQRF foi mudando em cada etapa do processo e quais fatores causaram mudanças.
- Identificar quais são os conhecimentos mínimos necessários para que um professor incorpore a prática argumentativa em suas aulas.

Temos como questões de pesquisa:

- 1) Qual era o repertório de estratégias instrucionais argumentativas que PQRF apresentava, após a vivência com argumentação científica em sua graduação?
- 2) Que efeitos a interação entre PQ e PQRF causaram no desenvolvimento do PCKarg de PQRF, ao longo do (re)planejamento da formação em serviço?
- 3) Quais fatores influenciaram o desenvolvimento do PCKarg de PQRF, ao longo dos encontros com as professoras polivalentes?
- 4) Quais aspectos surgem, a partir dessa pesquisa, que poderiam ser implementados, em cursos de formação de professores, de modo que estes incorporem a argumentação científica em suas aulas?

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO

1.1. A natureza do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo

O Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, PCK - sigla do nome em inglês, *Pedagogical Content Knowledge*, é um conceito que representa o conhecimento que os professores usam no processo de ensino (KIND, 2009; FERNANDEZ, 2011; 2014; FERNANDEZ; GOES, 2014).

Após sua apresentação ao meio científico, o PCK foi prontamente reconhecido como um conhecimento profissional específico do professor. Desde então esse constructo tem sido investigado, gerando uma vasta literatura.

Embora ainda não exista um consenso, acerca da modelagem do PCK, existem alguns pontos de concordância. Dois desses pontos relacionam-se à influência do conhecimento pedagógico do conteúdo nos cursos de formação de professores e que esse conhecimento perpassa o conhecimento do conteúdo a ser ministrado.

Assim, os pesquisadores concordam que dominar os conteúdos de uma área do conhecimento é um fator necessário, porém não é suficiente para uma atuação profissional que favoreça o entendimento dos estudantes. Conforme aponta Bucat (2005), devemos observar que existe uma grande diferença entre ter o conhecimento específico de determinado conteúdo e ter o “Conhecimento Pedagógico do Conteúdo”, o que, em outras palavras, equivale a conhecer acerca de como deve ocorrer o processo de ensino e aprendizagem de determinado conteúdo.

Nesse contexto, acredita-se que se os professores de Ciências desenvolverem seu PCK esses podem se tornar mais conscientes dos processos que esses desenvolvem com os estudantes de modo que isso contribua positivamente com o processo de ensino e aprendizagem.

Sendo assim, se for possível identificar, acessar e compreender mais profundamente o PCK, a nossa compreensão do que seja um “bom professor” e como desenvolvê-lo de forma mais consistente pode ser ampliada (KIND, 2009).

Um aspecto importante a ser salientado em relação ao PCK é o fato desse ser um conhecimento tácito. Uma das dificuldades de acessar o PCK, aliada com as dificuldades de fazer um maior uso desse construto é sua natureza fluida

Trata-se de um conhecimento “escondido” que aparece no momento que o professor planeja suas aulas, no planejamento anual de seu curso, na maneira em que toma decisões pedagógicas em sala de aula, na forma como conduz a aula, no material curricular que utiliza e como o utiliza, na maneira como avalia seus estudantes, etc. (KIND, 2009). Essa autora ressalta ainda outro problema relacionado ao PCK. Mesmo para os professores experientes esse conceito é desconhecido. Ela relata que ao serem introduzidos ao termo verifica-se que esses possuem muitas dúvidas acerca do significado desse constructo. Kind (2009) afirma também que, enquanto o conceito de PCK tem sido utilizado de modo frutífero na pesquisa em ensino, poucos professores, que atuam em sala de aula, são conhecedores desse conceito.

Para Abell (2007) a falta de conhecimento a respeito do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo pode estar relacionada à natureza e ao estágio de desenvolvimento desse constructo. Desse modo, segundo essa autora as pesquisas a respeito do PCK estão sendo feitas ainda no sentido de definir mais claramente esse conceito.

Porém, apesar da falta de consenso ao redor do PCK, Abell (2008) observa que as pesquisas tem gerado dados que levam a uma boa concordância entre os pesquisadores de que investigando o PCK é possível obter uma estrutura teórica para examinar e entender as habilidades dos professores (ABELL, 2008).

1.2. A origem do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo

O conceito de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo foi proposto por Lee S. Shulman no início da década de 1980. A primeira vez que Shulman citou a sigla PCK foi, em uma palestra realizada em uma conferência na Universidade do Texas em 1983. Shulman deu à sua palestra o título: “O paradigma perdido na pesquisa sobre ensino”.

Nessa ocasião esse pesquisador estava preocupado com a ênfase excessiva que era dada ao conteúdo pedagógico nos exames de habilitação para o magistério que estavam ocorrendo na maioria dos estados norte-americanos da década de 1980.

A partir dessa inquietação, Shulman (1986) examinou os testes aplicados aos professores em algumas partes dos Estados Unidos e verificou que esses solicitavam

que os professores mostrassem conhecimento em:

- 1) Organização no preparo e apresentação de um plano instrucional
- 2) Avaliação
- 3) Reconhecimento das diferenças individuais
- 4) Consciência cultural
- 5) Compreensão da juventude
- 6) Gerenciamento
- 7) Procedimentos e políticas educacionais

Com base nesses dados Shulman (1986) fez sérias críticas a essa política pública, afirmando que o conhecimento do conteúdo a ser ministrado tinha simplesmente desaparecido dos exames. Esse pesquisador afirma que no contexto dessa política educacional, bastava conhecer alguns procedimentos relacionados ao “ensino para ensinar”. Assim, não era necessário conhecer o conteúdo específico a ser ensinado.

Contudo, Shulman (1986) alerta para o fato de que essa ênfase nos procedimentos era baseada em pesquisas realizadas por pesquisadores que investigavam na linha de pesquisa denominada *teaching effectiveness*¹. Para esse pesquisador o principal problema com essa linha de pesquisa é a simplificação excessiva da complexidade que ocorre em sala de aula.

Com isso, o que Shulman denominou de “paradigma perdido” era a escassa atenção que vinha sendo dada ao conteúdo específico no caminho para ser professor (SHULMAN, 1986). Nesse contexto, Shulman criticou a pesada ênfase que era dada aos aspectos procedimentais do magistério em detrimento a aspectos conceituais relacionados ao conhecimento do conteúdo específico por parte do professor.

Além disso, Shulman chamou a atenção para o fato de que é importante conhecer como o conteúdo específico é transformado pelo professor em conhecimento instrucional e ainda, como o conteúdo lecionado se relaciona ao conhecimento e às ideias dos estudantes. Portanto, sem considerar o papel do conteúdo específico na pesquisa fica impossível investigar essas relações no processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, Shulman (1986) propôs que o professor deve ter domínio do conteúdo específico em três níveis:

- ✓ Conhecimento do conteúdo específico

¹ Eficácia no ensino (tradução nossa). Nessa pesquisa eram analisadas as competências dos professores para lecionar.

- ✓ Conhecimento Pedagógico do Conteúdo
- ✓ Conhecimento curricular

Para Shulman o conhecimento do conteúdo específico significa a quantidade e organização do conhecimento na mente do professor. Nessa perspectiva, nas diferentes áreas do conhecimento, os modos de discutir a estrutura do conteúdo de conhecimento é diferente. Portanto, o conhecimento do conteúdo perpassa o simples conhecimento factual e conceitual. Esse conhecimento pressupõe entender as estruturas de determinado conteúdo específico.

Isso significa conhecer e entender a variedade de modos nos quais os princípios e conceitos básicos de uma disciplina estão organizados e incorporam os fatos relacionados (conhecimento da estrutura substantiva do conteúdo) e identificar o conjunto de regras em um corpo de conhecimento em que a veracidade ou falsidade, validade ou invalidade, são estabelecidas (conhecimento das estruturas sintáticas do conteúdo).

Shulman definiu Conhecimento Pedagógico do Conteúdo como as formas de representação e formulação do assunto que o tornava compreensível para os outros, isto é, as analogias, ilustrações, exemplos, explicações e ideias que o professor usa nas aulas.

Para ele, o PCK é uma categoria específica do conhecimento dos professores dentro da categoria do conhecimento prático. O construto PCK refere-se à intersecção entre conteúdo e pedagogia e supõe:

[...] a capacidade de um professor em transformar o conhecimento do conteúdo que ele possui em formas pedagogicamente poderosas e adaptadas às variações dos estudantes levando em consideração as experiências e bagagens dos mesmos (SHULMAN, 1987, tradução FERNANDEZ, 2011).

Para Shulman ainda, é essa capacidade de transformação do conteúdo que distingue um professor de um especialista na matéria. Shulman define o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo como aquele conhecimento:

[...] que vai além do conhecimento da matéria em si e chega na dimensão do conhecimento da matéria para o ensino. Eu [Shulman] ainda falo de conteúdo aqui, mas de uma forma particular de conhecimento de conteúdo que engloba os aspectos do conteúdo mais próximos de seu processo de ensino.

Dentro da categoria de conhecimento pedagógico do conteúdo eu [Shulman] incluo, para os tópicos mais regularmente ensinados numa determinada área do conhecimento, as formas mais úteis de representação dessas ideias, as analogias mais poderosas, ilustrações, exemplos e demonstrações – numa palavra, os modos de representar e formular o tópico que o faz compreensível aos demais.

Uma vez que não há simples formas poderosas de representação, o professor precisa ter às mãos um verdadeiro arsenal de formas alternativas de representação, algumas das quais derivam da pesquisa enquanto outras têm sua origem no saber da prática (SHULMAN, 1986, tradução FERNANDEZ, 2011).

E esclarece ainda,

[...] conhecimento pedagógico do conteúdo também inclui o entendimento do que faz a aprendizagem de tópicos específicos fáceis ou difíceis: as concepções e preconcepções que estudantes de diferentes idades e históricos trazem com eles para a aprendizagem daqueles tópicos mais frequentemente ensinados. Se tais preconcepções são concepções alternativas, o que elas frequentemente o são, os professores necessitam do conhecimento de estratégias que muito provavelmente serão frutíferas na reorganização e compreensão dos alunos, pois esses estudantes dificilmente irão aparecer na frente deles como tábulas rasas (SHULMAN, 1986, tradução FERNANDEZ, 2011).

Vemos aqui que Shulman destacou a importância dos professores terem o conhecimento de estratégias instrucionais que sejam frutíferas para que esses lidem adequadamente com as concepções alternativas dos estudantes, uma vez que essas além de serem frequentes em sala de aula dificultam a aprendizagem.

O conhecimento curricular inclui livros, softwares, filmes, demonstrações em laboratório, questionamentos por parte do professor, para uso em sala de aula. Shulman (1986) afirma que nos cursos de formação de professores esse conhecimento tem sido negligenciado.

Fazendo uma analogia com a farmacologia Shulman (1986) afirma que dominar o conhecimento curricular e de seus materiais associados é como ter uma espécie de farmacopeia pedagógica. Essa, por sua vez, gera a possibilidade do professor criar as ferramentas para apresentar e/ou exemplificar determinado conteúdo e remediar ou avaliar a adequação das realizações dos estudantes.

Com essa proposta espera-se que um professor experiente possua conhecimento e entendimento de alternativas curriculares (ferramentas pedagógicas) disponíveis para a instrução (SHULMAN, 1986).

Shulman (1987) propõe sete categorias necessárias ao conhecimento de professores, como se verifica a seguir:

- Conhecimento do conteúdo.
- Conhecimento pedagógico geral.

Pressupõe que o professor conheça e compreenda os princípios gerais e estratégias de gerenciamento e organização de sala de aula que transcendem o conteúdo específico da matéria.

- Conhecimento do currículo

Pressupõe que o professor conheça e compreenda os materiais e programas que são úteis como ferramentas para os professores.

- Conhecimento pedagógico do conteúdo.

É considerado um amálgama entre conteúdo e pedagogia de modo que o professor combina seu entendimento acerca de um tópico com estratégias de ensino e conhecimentos adicionais de modo a promover a aprendizagem por parte do estudante.

- Conhecimento dos alunos e suas características.
- Conhecimento de contextos educacionais.

Pressupõe ter conhecimentos que variam desde estratégias de trabalho em grupo ou em classe, conhecimento do contexto governamental e dos órgãos que fomentam o ensino, até aspectos culturais e da comunidade.

- Conhecimento de fins educacionais, fins e valores, sua filosofia e bases históricas.

Com base nesses pressupostos, Shulman (1987) apresentou o “Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação” mostrado na figura 1 no qual representa o mecanismo de raciocínio do professor que está em constante reestruturação.

Essa reestruturação ocorre a partir das constantes mudanças de contexto durante a prática docente. Cabe ressaltar que se trata de um modelo cíclico de natureza dinâmica no qual se observa a presença de ciclos de reflexão seguidos da ação docente.

No modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (figura 1), os processos de ensino e aprendizagem têm início a partir de um desencadeador como por exemplo um livro didático ou algum material, normalmente selecionado pelo professor ou do desejo do estudante de se apropriar de determinado conteúdo. Com isso, são criados os objetivos educacionais que serão perseguidos pelo professor no sentido de levar os estudantes a se apropriar daquele conteúdo.

A partir da figura 1, verifica-se que Shulman (1987) propõe que o professor passe por um processo de reflexão contínua ao ensinar, pois necessita selecionar conteúdos e materiais, elaborar analogias, metáforas, exemplos e formas de representação do conteúdo e das características do raciocínio de seus alunos para planejar o ensino, a avaliação, e uma nova compreensão para o futuro, o que irá iniciar outro ciclo de reflexão.

De modo geral, o raciocínio pedagógico e a ação envolvem a ocorrência de um ciclo que se inicia com a compreensão dos propósitos do ensino, que é seguido por um processo de transformação do conteúdo a ser ensinado.

Nesse processo, o conteúdo sofre uma seleção mediada pelo repertório do professor acerca dos modos de ensino que esse professor possui no momento de

preparação da aula. Verificamos ainda que é proposto que o contexto em que o estudante se insere é um fator que leva o professor a adaptar o conteúdo ensinado.

Figura 1. Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação proposto por Shulman (1987) e adaptado por Salazar (2005); tradução FERNANDEZ (2011).

Cabe ressaltar que o modo como esse conteúdo será apresentado também significa promover transformações no conteúdo uma vez que o professor faz uso de analogias, exemplos, demonstrações etc. e que se preocupa em representar esse conteúdo de modo a torná-lo acessível ao estudante. Para isso fará escolhas de estruturação e segmentação para preparar o conteúdo de modo que esse esteja alinhado com os objetivos do ensino.

Nesses tópicos do modelo, observam-se aspectos que estão relacionados predominantemente a um momento de reflexão pré-aula. Assim, seguido a esse momento ocorrerão instrução, avaliação e reflexão que levam o professor a um novo estágio de compreensão do processo. Esse novo estágio é o ponto de partida para um novo ciclo de reflexão e ação.

1.3. Modelos de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo

Após as propostas iniciais de Shulman (1986, 1987) muitos pesquisadores, investigaram o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo e o modelo original de Shulman tem sido ampliado (KIND, 2009; FERNANDEZ, 2014; FERNANDEZ; GOES, 2014). Observando esses modelos é possível constatar que as sete categorias propostas por Shulman (1987) foram expandidas.

Aspectos tais como problemas socioculturais e o conhecimento da escola foram incorporados. Além disso, o componente avaliação passou a ser discutido, em alguns modelos, de modo mais profundo.

Assim, há autores que contrariam a proposta inicial de Shulman (1987) incluindo o conhecimento específico do conteúdo dentro do PCK. Por outro lado, Grossman (1990) e Magnusson, Krajcik e Borko (1999) seguem a proposta de Shulman considerando o conhecimento específico do conteúdo fora do PCK. Além disso, esses autores incluem o conhecimento dos propósitos/orientações e natureza da ciência e também o conhecimento curricular no PCK.

Examinando a literatura, observa-se que existe muita controvérsia acerca do que os pesquisadores consideram como conhecimentos que devem fazer parte do conhecimento pedagógico do conteúdo. Com base na tabela 1 é possível inferir que as pesquisas a respeito do PCK estão ainda num estágio de consolidação de seu arcabouço conceitual. Portanto, existem ainda muitas possibilidades de pesquisa em aberto, o que torna esse campo de pesquisa relativamente fértil.

Observando a tabela 1, nota-se que com o avanço das pesquisas novos componentes foram incorporados aos modelos de modo que a lista original de Shulman tem sido modificada com a finalidade de simplificar o modelo. Isso pode ser observado no modelo proposto por Banks, Leach e Moon (2005). Tais autores propuseram o conhecimento da escola como um conhecimento a ser considerado no modelo, uma vez que vários outros conhecimentos, originalmente presentes, estão subordinados a esse.

P: representa que o componente é considerado como parte do PCK;
CB: representa que o componente é considerado como parte da base de conhecimento para professores;
0: significa que o componente não é discutido explicitamente no modelo;
(): significa ausente no modelo.

Tabela 1. Diferentes Modelos do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.
 (Adaptado a partir do trabalho de Kind, 2009)

Autores	Representações e Estratégias Instrucionais	Dificuldades de Aprendizagem específicas de conteúdo dos estudantes	Propósitos/ orientações/ natureza da ciências	Conhecimento Curricular	Conhecimento específico do Conteúdo	Contexto da aprendizagem	Pedagogia geral e gestão de sala de aula	Avaliação	Temas sócio-culturais	Conhecimento da escola
Shulman (1987)	P	P	CB	CB	CB	CB	CB	0	0	0
Grossman (1990)	P	P	P	P	CB	CB	CB	0	0	0
Magnusson, Krajcik, Borko (1999)	P	P	P	P	CB	CB	CB	P	0	0
Marks (1990)	P	P	0	P	P	0	0	0	0	0
Fernandez-Balboa, Stiehl (1995)	P	P	P	0	P	P	0	0	0	0
Koballa, Gräber, Coleman, Kemp (1999)	0	P	0	P	P	P	P	0	0	0
Cochran, de Ruiter, King. (1993)	0	P	0	0	P	P	P	0	0	0
Veal, Makinster (1999)	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0
Barks, Leach, Moon (2005)	0	0	0	0	P	0	P	0	0	P
Rollnick (2008)	P	P	0	P	P	P	P	P		
Park e Oliver (2008)	P	P	P	P				P		

É possível notar ainda que, em quase todos os modelos, leva-se em consideração os dois componentes básicos propostos por Shulman (1987) para o PCK. Na tabela 1, vemos a presença de dez modelos de PCK além do modelo de Shulman. Entre esses dez modelos sete mantêm a proposta original de Shulman incluindo outros componentes no PCK.

Nota-se ainda que, para a maioria desses pesquisadores, o conhecimento específico do conteúdo deve fazer parte do PCK (MARKS, 1990; FERNÁNDEZ-BALBOA, STIEHL, 1995; KOBALLA, GRÄBER, COLEMAN, KEMP, 1999; COCHRAN, DE RUITER, KING, 1993; VEAL, MAKINSTER, 1999; BANKS, LEACH, MOON, 2005; ROLLNICK, 2008).

Sendo assim, apesar da controvérsia, ainda relacionada à modelagem do PCK a importância do conhecimento do conteúdo específico se estabelece como o maior ponto de convergência entre os pesquisadores, embora distinto do entendimento original de Shulman (1987).

Outro ponto de convergência está relacionado ao conhecimento curricular. Na tabela 1, nota-se que para praticamente 70% dos pesquisadores (GROSSMAN, 1990; MAGNUSSON, KRAJCIK, BORKO, 1999; KOBALLA, GRÄBER, COLEMAN, KEMP, 1999; VEAL, MAKINSTER, 1999; ROLLNICK, 2008; PARK e OLIVER, 2008) esse componente faz parte do PCK.

Em relação à discussão quanto à presença do conhecimento do conteúdo específico no PCK, Kind (2009) aponta a necessidade de o meio científico aprofundar as discussões apresentando como ponto de partida para futuras reflexões a proposta encontrada no trabalho de Gess-Newsome (1999).

Para Gess-Newsome (1999) existem dois modelos extremos para tentar explicar a formação do PCK, denominados modelo integrativo e modelo transformativo. No modelo integrativo, o PCK não é reconhecido como um conhecimento separado dos professores. Nesse contexto, o termo PCK é empregado para descrever o conhecimento do professor como um todo. Assim, esse conhecimento compreende o conhecimento do conteúdo específico, conhecimento pedagógico e o conhecimento do contexto.

Gess-Newsome compara esse modelo a uma mistura, pois, numa mistura, os constituintes mantêm suas características individuais, porém, não são macroscopicamente distinguíveis.

Nessa analogia, isso significa que o conhecimento do conteúdo é parte do PCK de modo que o PCK por si só representa o conhecimento base do professor para lecionar, e não representa um novo tipo de conhecimento isolado, mas sim é a integração de vários conhecimentos.

Por outro lado, o modelo transformativo está relacionado com a proposta original de Shulman (1987), enfatizada por Grossman (1990) na qual o PCK é definido como um novo conhecimento que surge no momento em que o professor transforma o conhecimento do conteúdo específico, o conhecimento pedagógico e o conhecimento do contexto com a finalidade de melhorar a instrução dos estudantes.

Para Gess Newsome (1999), o PCK, no modelo transformativo, pode ser comparado a um composto químico em uma reação química. Isso significa que os conhecimentos pré-existentes na estrutura cognitiva do professor, são transformados no ato de ensinar, gerando um produto (PCK) que é um novo conhecimento que não é separado facilmente. Esses modelos estão representados na figura 2.

Figura 2. Modelos de desenvolvimento docente proposto por Gess-Newsome (1999). * = conhecimento necessário para o ensino na sala de aula. Fonte: Gess-Newsome, 1999, p. 12. Tradução FERNANDEZ, 2011.

Conforme se verifica na figura 2, no modelo integrativo, o professor pode desenvolver separadamente os conhecimentos necessários à docência e utilizá-los no momento de organizar e dirigir uma situação de aprendizagem. Desse modo, o conhecimento do conteúdo é um componente separado que participa da formação do conhecimento necessário à docência.

Por outro lado, no modelo transformativo, conforme destaca Kind (2009), o conhecimento pedagógico do conteúdo é considerado um novo conhecimento que surge a partir da transformação do conhecimento do conteúdo específico, do conhecimento pedagógico e do conhecimento do contexto, no sentido de favorecer o entendimento dos estudantes.

É importante destacar algumas considerações acerca desses modelos. Conforme aponta Abd-El-Khalick (2006), o modelo integrativo não apresenta um mecanismo explicativo que descreve de que modo a interação entre o conhecimento

do conteúdo, conhecimento pedagógico e conhecimento do contexto se integram gerando o PCK.

Gess-Newsome (1999) destaca que os dois modelos contemplam os extremos de um contínuo. No Modelo Integrativo, o PCK não existe como um domínio de conhecimento, e o conhecimento de professores seria explicado pela intersecção de três construtos - o conteúdo, a pedagogia e o contexto. Ensinar, segundo essa visão, seria o ato de integrar o conhecimento através desses três domínios (figura 2).

No outro extremo, no modelo transformativo, o PCK seria a síntese de todos os conhecimentos necessários para a formação de um professor efetivo. Nesse caso, o PCK seria a transformação do conhecimento do conteúdo, da pedagogia e do contexto até uma forma distinta – a única forma de conhecimento que traria impacto na prática dos professores (figura 2).

No Modelo Integrativo, os conhecimentos podem desenvolver-se em separado para depois se integrarem na ação docente; enquanto, no Modelo Transformativo, não há uma preocupação com o desenvolvimento destes conhecimentos, mas sim de como se transformam em PCK na prática docente, como uma das bases de conhecimentos para o ensino.

No caso da mistura, as substâncias permanecem quimicamente distintas, embora seu impacto visual seja o de uma total integração. As substâncias constituintes de uma mistura podem, entretanto, ser facilmente separadas por métodos físicos.

Por outro lado, no caso da formação de um novo composto, ou seja, como resultado de uma reação química, as substâncias iniciais não podem mais ser separadas e as propriedades iniciais deixam de existir.

Sendo assim, em relação ao modelo de conhecimento de professores, o Modelo Integrativo se assemelharia a uma mistura, enquanto no Modelo Transformativo, a base de conhecimentos iniciais seria totalmente combinada resultando num novo conhecimento, o PCK (FERNANDEZ, 2011; MONTENEGRO, 2011).

Kind (2009) questiona se o conhecimento de professores seria do tipo de uma mistura (Modelo Integrativo) ou um composto (Modelo Transformativo). Isso traria implicações importantes para a pesquisa e prática em termos da identificação e desenvolvimento dos domínios dos conhecimentos dos professores (FERNANDEZ, 2011).

Resumindo, no Modelo Integrativo o PCK não existiria realmente como um domínio próprio e o ensino é visto como um ato de integração entre o conhecimento do conteúdo, da pedagogia e do contexto (FERNANDEZ, 2011).

Os cursos de formação de professores mais tradicionais, organizados em disciplinas separadas de conteúdo, pedagogia e prática seguem frequentemente esse modelo de conhecimento de professores (FERNANDEZ, 2011).

De qualquer modo esses modelos apresentam, ao menos, um ponto de convergência. Em todos, considera-se, que o conhecimento do conteúdo é um fator importante relacionado ao PCK.

1.3.1 Modelo de Grossman

Grossman (1990) define como domínio cada conhecimento do professor para o ensino. Ela considera o PCK como a transformação do conhecimento pedagógico, do conhecimento do contexto e do conteúdo específico e que cada conhecimento específico pode desenvolver outros domínios do conhecimento base. Para Grossman, são quatro os componentes que interagem e que formam a base de conhecimentos para o ensino. São eles: a) o conhecimento pedagógico; b) o conhecimento do conteúdo; c) o conhecimento pedagógico do conteúdo e; d) o conhecimento do contexto (figura 3). Desses, o conhecimento pedagógico do conteúdo é aquele que interage com todos os outros (FERNANDEZ, 2011).

Figura 3. Modelo da relação entre os domínios do conhecimento do professor, proposto por Grossman (1990), tradução Fernandez (2011).

Assim, para Grossman (1990) existem quatro áreas que deveriam ser consideradas fundamentais para compreender os conhecimentos relacionados à docência.

Em primeiro lugar seria o conhecimento do conteúdo específico que, do mesmo modo como proposto por Shulman (1987), Grossman (1990) considera como sendo constituído pelas estruturas sintáticas e substantivas do conteúdo, além do próprio conteúdo específico.

A seguir, a autora considera o conhecimento pedagógico geral que leva em conta o conhecimento dos alunos e de sua aprendizagem, dos processos de gerenciamento da aula e do conhecimento do currículo horizontal e vertical, de modo que o professor possa realizar escolhas adequadas ao lecionar.

Em terceiro lugar Grossman (1990), considera que o conhecimento que o professor tem do contexto que envolve suas aulas é também um fator importante dentro da base de conhecimentos para lecionar. Desse modo, nesse modelo, a influência do entorno escolar sobre os estudantes e a prática docente é considerada.

E, no centro do modelo, o PCK, que é constituído por:

- (i) As concepções a respeito dos propósitos para o ensino de um conteúdo específico.
- (ii) O conhecimento da compreensão dos estudantes, o que pressupõe conhecer seus modos de raciocínio e suas concepções alternativas.
- (iii) O conhecimento do currículo, o que significa estar ciente das relações entre os conceitos de determinado currículo.
- (iv) O conhecimento das estratégias instrucionais que se aplicam especificamente a determinado conteúdo de modo a favorecer o entendimento desse.

Com base nisso, verifica-se que nesse modelo o conhecimento pedagógico do conteúdo é concebido como o resultado da intersecção de quatro dimensões de conhecimentos. Sendo assim, segundo esse modelo é fundamental explorarmos o entendimento dos professores nessas quatro áreas para entendermos o conhecimento docente. Por conta disso, e na perspectiva do presente trabalho, os dados serão tratados a partir do modelo de Grossman (1990).

1.3.2 Modelo de Magnusson, Krajcik & Borko

Magnusson, Krajcik e Borko (1999), estudaram o conhecimento pedagógico do conteúdo para o Ensino de Ciências, partindo do modelo de Grossman. Seu modelo de construção do PCK é apresentado na figura 4.

Nessa figura, observa-se que no modelo desses autores as orientações para o ensino de Ciências apresentam um papel central na prática docente dos professores

dessa área, assim como para Grossman eram as concepções dos propósitos para ensinar um conteúdo específico.

Observa-se, nesse modelo, que as orientações para o ensino de Ciências moldam e são moldadas pelo conhecimento do currículo de Ciências, pelo conhecimento da avaliação no ensino de Ciências, pelo conhecimento que o professor têm acerca da compreensão que os estudantes tem sobre as Ciências e pelo conhecimento das estratégias instrucionais específicas dessa área. Esse modelo dialoga ainda com Shulman e Grossman no sentido de deixar de fora do PCK o conhecimento do conteúdo específico.

O uso do termo "orientações para o ensino de ciências" de Magnusson, Krajcik e Borko (1999), no lugar das concepções dos propósitos para ensinar um conteúdo específico de Grossman, fez com que esse modelo tenha sido criticado por alguns pesquisadores (FRIEDRICHSEN, VAN DRIEL e ABELL, 2011). Apesar disso, verifica-se que ao mesmo tempo tem sido largamente empregado nas pesquisas a respeito do ensino de Ciências.

Figura 4. Componentes do conhecimento pedagógico do conteúdo para o ensino de ciências, segundo Magnusson, Krajcik e Borko (1999), tradução Fernandez (2011).

1.4 Representação do Conteúdo - CoRe

Com a finalidade de acessar o conhecimento pedagógico do conteúdo e criar um modo de registrar e tornar explícito esse conhecimento Loughran e cols. (2001) e Loughran, Berry e Mulhall (2003) desenvolveram uma ferramenta analítica denominada Representação de Conteúdo (CoRe).

Esses pesquisadores objetivavam também encontrar maneiras de como registrar e tornar explícito o PCK de professores de Ciências. Com esse instrumento é possível acessar as ideias dos professores e o que eles consideram central em relação a determinado conteúdo específico.

Desse modo, considera-se que no momento em que o CoRe será aplicado, os professores devem ser levados a decidir quais são as grandes ideias envolvidas no ensino daquele conteúdo, refletir acerca disso e responder às oito questões relacionadas, a seguir, cruzando as respostas a essas questões com as chamadas grandes ideias que o professor deseja lecionar acerca de determinado tópico:

1. O que você pretende que seus estudantes aprendam a respeito desse conceito/conteúdo?
2. Por que é importante para os estudantes aprender esse conteúdo?
3. O que mais você sabe desse conteúdo? O que você não vai ensinar, por enquanto, aos estudantes?
4. Quais são as dificuldades específicas de aprendizagem, relacionadas a esse conteúdo, que os estudantes apresentam?
5. Quais conhecimentos que você possui a respeito do raciocínio dos estudantes que influenciam sua prática docente ao lecionar esse conteúdo?
6. Quais são os outros fatores que lhe influenciam ao lecionar esse conteúdo?
7. Quais estratégias de ensino você emprega ao lecionar esse conteúdo e qual é a razão particular para empregá-la?
8. De que modo você avalia o entendimento ou confusões dos estudantes, acerca desse conteúdo? (inclua a provável variedade de respostas produzidas pelos estudantes).

Analisando as questões acima, é possível verificar que nessas se contemplam os vários aspectos do PCK, conforme proposto na literatura (SHULMAN, 1987; GROSSMAN, 1990 e MAGNUSSON, , KRAJCIK e BORKO, 1999).

Com as questões 1 e 2 são sondados os conhecimentos a respeito dos propósitos de ensinar o conteúdo específico. Com a questão 3 é possível sondar o grau de conhecimento que o professor tem acerca do conteúdo específico.

Nas respostas das questões 4 e 5, identifica-se qual é o nível de conhecimento a respeito da compreensão dos estudantes. Com a questão 6 sonda-se o

conhecimento do contexto em que as aulas ocorrem. Nas respostas à questão 7, detecta-se quais são os conhecimentos do professor acerca das estratégias instrucionais, além das razões particulares para ele empregar determinada estratégia.

Com a questão 8 investiga-se o conhecimento de diferentes métodos de avaliação do desempenho dos estudantes.

Conforme relatam Loughran et al. (2001) esse instrumento foi originalmente pensado para promover desenvolvimento profissional em grupos de professores experientes em que as oito questões do CoRe eram apresentadas e respondidas em grupo pelos professores. Entretanto, a partir da leitura das respostas dos professores, os pesquisadores perceberam que com o uso do CoRe era possível ter acesso ao PCK desses professores.

No quadro 1, está representado um recorte de um CoRe adaptado e traduzido a partir do trabalho de Loughran et al. (2001) para o conteúdo sistema circulatório.

Conforme se verifica no quadro 1 foram elencadas 7 grandes ideias relacionadas ao conteúdo específico "sistema circulatório". A seguir vemos que, ao responder cada pergunta do CoRe, é feita uma relação entre o conteúdo da resposta e a grande ideia proposta acima.

Quadro 1. Tradução de parte do CoRe acerca do conteúdo sistema circulatório.

SISTEMA CIRCULATÓRIO							
IDEIAS E CONCEITOS CIENTÍFICOS IMPORTANTES							
	A. Sistema circulatório como um sistema completo de transporte	B. Supre o corpo e elimina resíduos.	C. Está relacionado a outros sistemas do corpo e elimina resíduos.	D. Sangue e seus componentes	E. O coração é uma bomba.	F. Alimenta células individuais.	G. Permeabilidade e difusão na membrana celular.
1. O que você pretende que seus estudantes aprendam a respeito desse conceito?	Todas as coisas vivas têm meios de transportar nutrientes e rejeitos	Resíduos devem ser transportados para serem eliminados.	Partes do corpo e sistemas são independentes.	Sangue é composto por células e fragmentos de células.	Meio de manter o movimento do sangue ao redor do corpo.	Células individuais requerem nutrientes para a respiração celular.	Coisas pequenas são permeáveis na membrana celular.

Conforme propõem Bertram e Loughran (2011), os CoRes oferecem uma maneira sofisticada de explorar o conhecimento dos professores de Ciências, a respeito de um conteúdo específico, relacionando os estudantes, sob a responsabilidade desses professores.

Há ainda outro aspecto importante relacionado ao CoRe que deve ser destacado e que foi proposto por Nilsson (2008) e Loughran, Mulhal e Berry (2008).

Loughran, Mulhal e Berry (2008) investigaram a utilidade do CoRe em um curso para licenciandos em Ciências que se preparavam para lecionar na escola secundária. Nesse estudo verificou-se que o CoRe apresenta-se como um componente heurístico. Assim, concluiu-se que o CoRe favorece que os participantes entendam o PCK como um meio de desenvolver seu conhecimento profissional quanto à prática. Afirma-se ainda nesse trabalho que o CoRe trouxe um benefício imediato, pois ele fornece uma estrutura útil para a preparação da aula.

Isso significa que o ato de responder às questões do CoRe gera um processo de reflexão que faz o professor pensar acerca de sua práxis e que, ao mesmo tempo, provê uma estrutura que auxilia o professor a planejar suas aulas. Com isso, ressalta-se que o preenchimento do CoRe contribui para a maneira de pensar dos professores a respeito de suas aulas. Desse modo, essa ferramenta possui boas perspectivas para os cursos de formação de professores (LOUGHRAN; BERRY; MULHALL, 2003).

No presente estudo, o CoRe foi empregado para detectar as mudanças que ocorreram com o PCKarg de PQRf, desde sua formação na graduação até após ter concluído suas interações com as professoras polivalentes.

1.5 A Argumentação no Ensino de Ciências

Muitas pesquisas têm apontado a necessidade de os professores de Ciências incorporarem a prática argumentativa durante suas aulas (JIMENEZ-ALEIXANDRE; RODRIGUES; DUSCHL., 2000; KELLY; TAKAO, 2002; ERDURAN, 2006). Nesses estudos evidencia-se o fato de que, com as práticas argumentativas em sala de aula, os estudantes podem aprender acerca do fazer ciência, em vez de simplesmente aprender conceitos de ciências.

Como proposto por Erduran (2006), a falta de uso da argumentação, tem gerado graduados em cursos de ciências que são incapazes de prover evidências e justificativas para a maioria dos fenômenos encontrados na natureza. Essa pesquisadora aponta como principal falha da educação em Ciências a ênfase que tem sido dada no que deve ser acreditado em vez de ser enfatizado o porquê devemos acreditar em algo.

Jiménez-Aleixandre, Rodrigues e Duschl (2000) com base em dados da literatura afirmam que a argumentação desempenha um papel central na aprendizagem e que aprender Ciência é mais do que aprender os conteúdos dessa disciplina.

Para que ocorra esse aprendizado (além do simples conhecimento dos conteúdos da matéria), os estudantes devem ser levados a experimentar como o conhecimento científico é construído a partir das dúvidas, incertezas e justificativas de

ideias que surgem durante o processo de fazer ciência. Em outras palavras gerar um ambiente no qual os estudantes vivenciem os passos da investigação científica.

Com base nas ideias de pesquisadores como Lemke (1990) e Applebee (1996), destaca-se que a argumentação é um elemento estrutural da linguagem científica e é um fator essencial tanto durante o processo de construção quanto na comunicação científica, e que, desse modo, deve ser estudada cuidadosamente para melhorar o entendimento de como fazer com que os estudantes dominem os gêneros de conversação que dão suporte ao fazer e ao falar ciência.

Para esses pesquisadores é fundamental que durante as aulas os estudantes, a partir de um problema trazido pelo professor, proponham e discutam hipóteses inicialmente em grupos pequenos e posteriormente com todos na sala e na presença do professor.

Nos estudos envolvendo argumentação no ensino de Ciências destaca-se o emprego do modelo de argumento (MAT) proposto por Toulmin (1958). Na figura 5 ilustra-se a estrutura desse modelo. Conforme representado nessa figura, verifica-se que o argumento é estruturado a partir da conexão de um grupo de afirmações. Os dados são as evidências que conduzem à conclusão.

As garantias são um modo de mostrar a relevância do passo que a partir de determinado dado chega-se a determinada conclusão. Os apoios são afirmações, baseadas em leis e teorias, que são feitas para dar sustentação às garantias. Assim, o objetivo é apresentar elementos que tornam as garantias válidas caso a veracidade dessas seja questionada durante o processo de argumentação. Com os qualificadores modais é possível determinar o grau de confiança que o produtor do argumento apresenta para a asserção que conecta o dado à conclusão.

Nesse modelo a refutação é a apresentação de circunstâncias extraordinárias, por meio das quais, explicita-se os pontos fracos presentes em um argumento.

Figura 5. Modelo de argumento proposto por Toulmin.

Apesar do extensivo uso do MAT na análise do discurso em sala de aula, alguns pesquisadores apontam dificuldades no emprego desse modelo para analisar o argumento produzido pelos estudantes, tais como identificar com precisão o que é uma conclusão, dado, garantia, apoio e refutação (KELLY; DRUKER; CHEN, 1998). Para Kelly e Chen (1999) uma conclusão, por exemplo, pode dar suporte a outra conclusão, agindo, nesse caso, como uma garantia. Com base em situações desse tipo, esses pesquisadores alegaram que, na estrutura do MAT, os componentes são ambíguos e que essa estrutura é restrita a argumentos relativamente curtos.

A respeito da ambiguidade na identificação dos componentes do MAT, Erduran, Simon e Orborne (2004) propuseram que na análise da argumentação apenas uma diferenciação entre conclusões, justificativas e refutações, em alguns casos, pode ser empregada para resolver as discordâncias que podem surgir ao aplicar o MAT. Sendo assim, esses pesquisadores propuseram, que em algumas análises, agrupar garantias e apoios em uma categoria denominada justificativas, como uma maneira de lidar com a ambiguidade dos dados.

Cabe ressaltar que Erduran e colaboradores (2004) destacam que em seu trabalho tem sido possível identificar os componentes do MAT em uma gama, enorme de discussões apesar dos problemas de ambiguidade identificados anteriormente.

No trabalho desenvolvido por Erduran e Jiménez-Aleixandre (2008), encontra-se uma análise dos fundamentos metodológicos empregados nos estudos da argumentação em sala de aula de Ciências. Com base no trabalho de Verheij (2005), foram propostas (ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008) as representações para o modelo de Toulmin mostradas na figura 6.

Figura 6. Tipos de refutações presentes na argumentação.

Em que:

C = Conclusão

W = Garantias

D = Dado

R = Refutação

Na figura 6, verifica-se que são criadas duas categorias de refutação (refutação do dado (1), e a refutação da relação entre o dado e a conclusão (4)) além daquelas propostas originalmente por Toulmin (refutação da conclusão (2), da aplicabilidade das garantias (5), e da autoridade das garantias (3)).

Dessa maneira, identificou-se a importância da presença da refutação na produção de um argumento como um indicador de engajamento no processo argumentativo e de melhora do raciocínio.

Afirma-se que os diálogos que apresentam refutações são de melhor qualidade se comparados àqueles sem essas operações argumentativas².

A partir dessa análise criou-se (ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008) a estrutura analítica mostrada na tabela 2, na qual os autores propõem cinco níveis de argumentação que estão relacionados à presença dos elementos do MAT.

Analisando esses diferentes níveis de argumentação, é possível verificar que a refutação apresenta um papel importante nessa classificação. Erduran, Simon e Osborne (2004), destacam que argumentos sem refutação não são capazes de desafiar, epistemologicamente, os participantes da argumentação e, sendo assim, não há alterações nas concepções e na maneira de pensar dos indivíduos engajados nesse processo.

Esses autores propõem que, além da presença de dados, garantias e apoios para sustentar uma conclusão, a presença de refutações faz com que a argumentação seja de melhor qualidade e, sendo assim, é possível qualificar a argumentação.

Tabela 2. Estrutura Analítica empregada para Diagnosticar a Qualidade da Argumentação³.

Nível	Qualidade da Argumentação
Nível 1	A argumentação consiste de argumentos que são uma afirmação <i>versus</i> uma afirmação.
Nível 2	A argumentação tem argumentos que consistem de uma afirmação <i>versus</i> uma afirmação contendo um dado, ou uma garantia ou suporte porém não há qualquer refutação.
Nível 3	A argumentação tem argumentos com uma série de afirmações ou contra-afirmações contendo dados ou garantias ou apoios com uma eventual refutação fraca.
Nível 4	A argumentação mostra argumentos com uma afirmação contendo uma refutação claramente identificável. Tal argumento pode ter várias afirmações e contra-afirmações.
Nível 5	A argumentação exibe um argumento estendido com mais de uma refutação.

Na tabela 2, identifica-se uma ferramenta analítica para determinar a qualidade do argumento com base na presença ou ausência de refutações, na força dessas

² Entendemos por operações argumentativas proposta de afirmações, contra-afirmações e refutações.

³ Tradução nossa.

refutações e no tipo de argumentação que se desenvolveu com base nos elementos do modelo de Toulmin.

No presente trabalho é importante ainda considerarmos a investigação de Pella (1969) a respeito do ensino de Biologia, Física e Química, nas aulas de laboratório. Esse pesquisador analisou o que vinha sendo realizado e como professores e materiais didáticos propunham atividades experimentais para os estudantes.

Analisando os manuais de laboratório, propôs uma classificação das propostas experimentais encontradas nesses materiais didáticos escritos com base no grau de liberdade intelectual dado ao estudante.

Na tabela 3, verifica-se a classificação proposta por Pella (1969) (apud. CARVALHO, 2010). Nessa tabela, P representa o professor ou a proposta experimental encontrada no manual de laboratório e E representa a participação prevista para os estudantes durante a execução do trabalho experimental.

Tabela 3. Graus de liberdade do professor/estudante em aulas de laboratório.

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
Problema	P	P	P	P	E
Hipóteses	P	P	P	E	E
Plano de trabalho	P	P	E	E	E
Obtenção de dados	E	E	E	E	E
Conclusões	P	E	E	E	E

Conforme se verifica na tabela 3, Pella (1969) encontrou cinco graus de liberdade dados aos estudantes nas aulas experimentais. Nos extremos da tabela temos os graus de maior e de menor restrição intelectual (graus I e V respectivamente).

No grau I é permitido, aos estudantes, apenas obter os dados experimentais de modo que, conforme aponta Carvalho (2010), tem-se aí a configuração de aula experimental tipo “receita de bolo”. Nesse contexto, como afirma essa pesquisadora, o problema, as hipóteses, o plano de trabalho e as conclusões que os estudantes devem chegar já foram previamente determinadas pelo professor/manual.

Conforme aponta Carvalho (2010), atualmente ainda é possível identificar propostas experimentais nos manuais de laboratório em que aulas são estruturadas de um modo que essa autora classifica como grau de liberdade zero. A autora afirma ainda que nesses manuais nem o problema e nem as hipóteses para esse são apresentadas. Apenas encontra-se a proposta teórica do experimento e o plano de

trabalho que os estudantes devem seguir. As conclusões também já são fornecidas e os estudantes são obrigados a provar que a teoria está certa.

O grau de liberdade II se caracteriza pela possibilidade de os estudantes poderem construir suas conclusões a partir dos dados que esses obtêm. Porém, como alerta Carvalho (2010), esse tipo de proposta não é facilmente encontrada, pois isso demanda uma mudança na forma como o problema deve ser proposto aos estudantes.

Nesse sentido, não cabem mais propostas em que as conclusões são fechadas com questionamentos do tipo “Prove que ...”. É necessária uma mudança para questionamentos do tipo “O que é possível obter...” nos quais as conclusões são abertas de modo a provocar mudanças atitudinais.

Observando as características do grau III verificamos que os estudantes detêm maior liberdade intelectual, pois lhes é permitido desenhar o plano de trabalho experimental. Assim, esses podem planejar a obtenção dos dados de modo a obter as conclusões objetivadas pelo grupo.

Um maior grau de liberdade (grau IV) é alcançado quando os professores propõem apenas o problema a ser investigado. Cabe aos estudantes, levantar e testar hipóteses, construir um plano de trabalho, obter e tratar os dados e propor as conclusões.

No grau V verifica-se uma situação que requer um maior nível de engajamento e amadurecimento por parte dos estudantes. Isso ocorre porque propor uma questão de pesquisa devidamente refinada e que mereça ser investigada requer um preparo intelectual mais apurado.

Dessa maneira, verificamos, na proposta de Pella (1969), um modelo analítico para verificar quais são os propósitos dos professores para o ensino de Ciências e como esses propósitos estão presentes nos materiais didáticos escritos envolvidos nas aulas.

1.6 O PCK de argumentação científica

Conforme afirmou Zohar (2008) o sucesso na incorporação da argumentação científica na prática docente em sala de aula não ocorre de modo automático. Para que isso ocorra é necessário que os professores tenham objetivos claros envolvendo a prática argumentativa, reflitam intensamente ao longo do processo e tenham consciência de qual deve ser seu papel ao favorecer a argumentação.

No texto transcrito a seguir, publicado por Zohar (2008) encontramos as reflexões de uma professora de Biologia após trabalhar os dilemas morais envolvidos

em genética humana, por meio da argumentação científica, com estudantes de uma classe do nono ano.

[...] Realmente Eu tinha um dilema a respeito de como Eu deveria responder e Eu tinha pensado cuidadosamente acerca de cada palavra e sentença que eu disse – Como não deixar eles ver o que Eu estou pensando enquanto faço esse grupo de estudantes pensar, levando eles para um modo de pensamento desejado. Que questão ou sentença Eu deveria adicionar com a finalidade de ampliar sua visão além daquela que eles já tinham alcançado em sua discussão. Eu penso que esta parte da aula (e também o resto da aula) foi um sucesso porque os estudantes foram capazes de lidar com sucesso com as minhas exigências, formuladas por questões tais como: "Por que? Quais são suas hipóteses?" etc. Os estudantes pararam por um minuto, pensaram, reformularam seus argumentos, fizeram distinção entre afirmações e justificativas, e ainda conseguiram refutar os argumentos uns dos outros enquanto eles respondiam uns aos outros (ZOHAR, 2008, tradução nossa).

Nas reflexões dessa professora, verificamos algumas das demandas cognitivas que permeiam uma aula em que a argumentação científica está presente. Vemos ainda que essa aula não está baseada em rotinas instrucionais, ou nos ambientes altamente controlados pelos professores nas aulas tradicionais. Pelo contrário, esse tipo de aula é caracterizada pelo aumento da liberdade intelectual dos estudantes; entendimento das ideias desses e por eventos inesperados que surgem a partir da verbalização dessas ideias e por tomadas de decisões, por parte dos professores, que devem ocorrer em um espaço de tempo relativamente curto.

Conforme sugerem Simon, Erduram e Osborne (2006), para um professor trabalhar a argumentação científica em suas aulas deve ocorrer uma mudança pedagógica fundamental. Esse tem de abandonar sua figura de autoridade, de dono do saber e, portanto, fornecedor de respostas corretas para tornar-se favorecedor da aprendizagem.

Assim professores engajados nesse tipo de prática docente devem ser capazes de lecionar de um modo inteligente, criativo, engenhoso e flexível (CARPENTER et al., 2004) a fim de lidar adequadamente com as demandas que a maior liberdade intelectual dada aos estudantes e o favorecimento da argumentação científica exigem ao longo da aula.

Desse modo, para que essas aulas ocorram, deve haver uma profunda mudança no papel dos professores e nos conhecimentos necessários a esse tipo de trabalho docente, pois os professores devem saber analisar o discurso durante a argumentação, aplicar o raciocínio de argumentação para a prática de sala de aula e encontrar questões adequadas para desafiar os estudantes ao longo do processo, mantendo acesa a argumentação.

A partir disso, nota-se que formar professores capazes de empregar adequadamente a argumentação científica em suas aulas demanda fazer com que eles entendam mais profundamente os aspectos envolvidos na argumentação e conheçam os elementos que favorecem e desfavorecem a argumentação científica. Isso ocorre porque o entendimento desses professores impacta as escolhas e o modo como esses incorporam esta prática em suas aulas (McNEILL; KNIGHT, 2013).

Nesse contexto os professores devem ser capazes de identificar o que é uma evidência, dentro do contexto de uma investigação, determinar a pertinência das conclusões dos estudantes e das suas justificativas, saber criar um ambiente propício para que a argumentação científica se desenvolva. Isso significa, entre outras coisas, ter conhecimento do conteúdo específico a ser lecionado.

Porém, conforme proposto por Magnusson, Krajcik e Borko (1999) é impossível fornecer aos licenciandos todo o conhecimento do conteúdo específico que eles necessitam para iniciar suas carreiras. Sendo assim, é mais razoável preparar esses futuros professores, ajudando-os a desenvolver uma estrutura inicial de conhecimento que lhes dê a base para desenvolver continuamente seu PCK.

Nesse contexto Zembal-Saul (2009) chama a atenção para um importante aspecto relacionado ao desenvolvimento do PCK. Essa pesquisadora afirma que nas pesquisas envolvendo o desenvolvimento do PCK de licenciandos, a visão de Smith (1999) acerca do trabalho de Schwab (1978) ainda é considerada totalmente correta.

Smith (1999) afirmou que a preparação de professores de Ciências deve ocorrer enfatizando-se o PCK para ensinar a estrutura substantiva da matéria. Por estrutura substantiva da matéria, subentendem-se os conceitos centrais e princípios básicos dentro de uma disciplina e como eles estão organizados (SCHWAB, 1978).

Assim, segundo Zembal-Saul (2009), devido a esse foco os tópicos relacionados à estrutura sintática da matéria e sua associação com o PCK são completamente esquecidos.

Com isso, afirma ainda que se omite a existência da relação entre o PCK a natureza da Ciência e as práticas culturais da comunidade científica. Essa pesquisadora afirma também que, apesar de existirem diversos trabalhos em que educadores obtiveram sucesso na formação de professores com a finalidade de desenvolver métodos pedagógicos explícitos para ensinar-lhes aspectos relacionados à natureza da Ciência (AKERSON; ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; AKERSON; MORRISON; ROTH McDUFFIE, 2006), as ideias de Smith (1999) ainda são o modo que geralmente as pesquisas em formação de professores são conduzidas.

Na literatura encontramos trabalhos (HAEFNER; ZEMBAL-SAUL, 2004 e SMITH; ANDERSON, 1999) em que licenciados relatam que durante sua graduação:

- a) Não lhes foi oportunizado participar de processos de investigação científica.
- b) Não desenvolveram o entendimento da natureza do conhecimento científico.
- c) Não entenderam os propósitos da investigação científica.

Com base nisso Zembal-Saul afirma:

Dando prioridade para a evidência e o argumento na aprendizagem de Ciências claramente caímos dentro deste domínio – conhecimento da estrutura sintática da matéria e pedagogia. Dados os esforços em educação científica (*American Association for the Advancement of Science* [AAAS], 1990; NRC, 1996, 2000, 2007), há uma forte necessidade de ajudar os licenciandos a desenvolverem um entendimento mais robusto da Ciência e transformar esse entendimento para o propósito de dar suporte ao engajamento das crianças nas práticas científicas e na aprendizagem significativa da Ciência (ZEMBAL-SAUL, 2009, tradução nossa).

Concordamos com Zembal-Saul (2009), porém ressaltamos que é importante observar que nos cursos de formação de professores que visam o desenvolvimento do PCK de professores para ensinar Ciências, tanto aspectos relacionados à estrutura substantiva quanto à estrutura sintática do conhecimento, devem estar presentes.

Desse modo, não desconsideramos as ideias de Smith (1999) e admitimos que, dada a complexidade do desenvolvimento do PCK, outros elementos relacionados à formação de professores de Ciências devem ser considerados.

Isso ocorre porque a aprendizagem dos professores é complexa, pois esses têm uma atuação muito maior sobre a sua aprendizagem. Professores, após sua formação inicial, apresentam uma aprendizagem que se desenvolve a partir das experiências. Sendo assim, essa aprendizagem é muitas vezes acidental (WILSON e BERNE, 1999).

Considerando a complexidade da aprendizagem dos professores, Davis e Krajcik (2005) afirmam que esses necessitam ter um forte conhecimento do conteúdo específico além de desenvolver o conhecimento pedagógico e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK).

Além disso, eles devem integrar seus conhecimentos (LINN; EYLON; DAVIS, 2004; DAVIS, 2004) fazer conexões entre ideias, adicionar novas ideias acerca de conceitos, estratégias instrucionais, concepções de estudantes ou princípios de ensino. Professores também necessitam aplicar esse conhecimento de forma integrada na tomada de decisões em diferentes contextos e em tempo real (DAVIS; KRAJCIK, 2005).

Assim vemos ainda que a aprendizagem dos professores está relacionada à sua prática cotidiana, está dividida de modo individual e nos materiais curriculares (PUTNAM; BORKO, 2000).

A partir disso, Fenstermacher (1994) afirma que pode ser difícil para os professores unirem a teoria e a prática ou até mesmo extraírem dessas, regras gerais que possam ser aplicadas nos múltiplos contextos que surgem durante suas aulas.

A respeito do desafio de formar professores Borko (2004) afirmou que os professores devem se tornar enculturados numa gama de práticas de ensino com a finalidade de desenvolver *expertise* em ensino, ressaltando novamente a complexidade envolvida na formação de professores.

Nesse contexto, encontramos no trabalho desenvolvido por Davis e Krajcik (2005) um ponto de partida interessante e inovador para investigar de que modo podemos promover a aprendizagem dos professores. Nesse trabalho, os autores investigaram o desenvolvimento da base de conhecimentos (conhecimento do conteúdo específico, conhecimento pedagógico e o PCK) com ênfase no conhecimento do conteúdo específico e no PCK.

Esses pesquisadores estudaram esses conhecimentos por julgarem que seu desenvolvimento apresenta desafios para os professores e representam áreas em que os materiais curriculares podem obter maior sucesso em promover a aprendizagem e mudanças nas práticas docentes. Além disso, nesse trabalho vemos uma proposta inovadora para o conceito de PCK conforme se observa no texto a seguir:

[...] Muitos pesquisadores têm elaborado e estendido a noção de PCK de Shulman (1986) (BALL; BASS, 2000; WILSON; SHULMAN RICHERT, 1987). Magnusson; Krajcik; Borko, (1999) baseados no modelo de PCK de Grossman (1990) incorporaram o conhecimento das ideias dos estudantes a respeito de um tópico específico e estratégias instrucionais entre outros componentes. Por exemplo, um professor de Física do Ensino Médio deveria saber que estudantes confundem calor e temperatura e deveria conhecer e ser capaz de adotar estratégias para ajudá-los a distinguir entre esses dois conceitos. Professores necessitam do que nós denominamos PCK para práticas disciplinares (DAVIS; KRAJCIK, 2005, tradução nossa).

Dessa forma esses pesquisadores sugerem uma nova categoria de PCK voltada para as práticas características dentro de cada disciplina escolar. Nesse contexto afirmam também:

Professores devem conhecer como ajudar os estudantes a entender as autênticas atividades de um disciplina, de que modo o conhecimento é desenvolvido em um campo particular, e as crenças que representam um entendimento sofisticado de como o campo funciona (DAVIS e KRAJCIK, 2005, tradução nossa).

Assim, o professor de Física mencionado acima deveria ter um PCK para as práticas disciplinares que o ajudaria a engajar os estudantes nas características essenciais da investigação científica (ZEMBAL-SAUL e DANA, 2000). Além disso, esse PCK segundo a National Research Council (2000) deveria abarcar conhecimentos relacionados a:

- (i) Perguntar e responder questões científicas.
- (ii) Lidar com fenômenos científicos.
- (iii) Desenvolver explicações baseadas em evidências.
- (iv) Comunicar e justificar os resultados experimentais.
- (v) Ajudar os estudantes a entender as práticas científicas por si próprios.

Segundo esses pesquisadores esse PCK se estende para outras disciplinas tais como Matemática e História etc. Por exemplo, o PCK para práticas disciplinares de um professor de Matemática poderia ser estruturado em relação às características essenciais da investigação em Matemática (DAVIS e KRAJCIK, 2005). Desse modo, esses professores deveriam ter conhecimentos relacionados a desenvolver e avaliar argumentos em Matemática e comunicar o pensamento matemático coerentemente (NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS, 1991).

Com base nisso, Davis e Krajcik (2005) afirmam que os professores do nível elementar, devido ao fato de lecionarem várias disciplinas, necessitam desenvolver o PCK para práticas disciplinares em muitas disciplinas. Com isso, é reforçada a ideia de que o ensino efetivo do conteúdo disciplinar está relacionado ao PCK para práticas disciplinares independentemente do nível de atuação dos professores.

Nesse contexto Davis e Krajcik (2005), organizaram nove modelos heurísticos que apresentavam estruturas de aula em que se contemplava desenvolver partes importantes do conhecimento base dos professores tais como: o conhecimento do conteúdo específico, o PCK para determinado tópico e o PCK para as práticas disciplinares. Os autores afirmaram ainda que, embora os professores possam ter um PCK para práticas disciplinares que possuem vários componentes do PCK como, por exemplo, conhecimento de métodos de avaliação, conhecimento das ideias dos estudantes etc., seu foco de estudo ocorre a partir do conhecimento de estratégias instrucionais. Sendo assim, afirmaram que com esse trabalho pretendeu-se investigar

apenas um aspecto do PCK para práticas disciplinares e convidaram outros pesquisadores a contribuir com esse esforço inicial realizando trabalhos no sentido de promover a expansão dos conhecimentos nessa área.

Devido à importância da investigação no ensino de Ciências, Davis e Krajcik (2005) se referem ao PCK para práticas disciplinares em Ciências como PCK para a investigação científica.

Além disso, vemos a importância que tem sido dada à argumentação científica nas propostas de reformas que têm ocorrido recentemente no ensino de Ciências (DUSCHL, SCHWEINGRUDER; SHOUSE, 2007; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2012).

A partir das propostas para o ensino de Ciências envolvendo *High Order Thinking Skills* (ZOHAR, 2004a) – Habilidades de Raciocínio de Ordem Superior a argumentação científica tem sido apresentada como uma alternativa ao ensino tradicional de Ciências.

Nesse contexto, McNeill (2009) e McNeill e Pimentel (2010) chamam a atenção para a importância dos professores terem os conhecimentos adequados para desenvolver a argumentação científica em suas aulas de modo a engajar os estudantes nos processos argumentativos.

Contudo, vemos que muitos professores não se sentem capazes de mudar sua prática docente, conforme mostrado por Sampson e Blanchard (2012), por acreditar que essa mudança demanda uma grande quantidade de conhecimentos e que esses conhecimentos não são dominados por eles próprios.

Como apontam Simon, Erduram e Osborne (2006), os professores podem ter dificuldades de integrar a argumentação em suas aulas. Assim, esses pesquisadores afirmam que, para favorecer que os professores incorporem a argumentação em suas práticas pedagógicas, deve-se levá-los a vivenciar processos de reflexão-em-ação acerca de suas experiências com argumentação.

Esses processos de reflexão conforme sugerem Munby, Cunningham e Lock, 2000; Munby e Russel, 1992; Schon, 1987 auxiliam os professores a criarem novos entendimentos a respeito do papel da argumentação no ensino de Ciências e do seu potencial para favorecer com que os estudantes aprendam efetivamente determinado conteúdo específico.

Sendo assim, conforme afirmam Simon Erduram e Osborne (2006) há grande potencial para cursos de formação de professores preocupados em fomentar argumentação de qualidade na prática da sala de aula por meio de cursos que enfoquem a investigação científica como uma prática fundamental.

Desse modo, os cursos de formação podem auxiliar os professores na

integração da investigação científica, com sucesso, em suas salas de aula conforme argumentam Jeanpierre, Oberhauser e Freeman (2005).

A partir dessa perspectiva, McNeill e Knight (2013) investigaram o PCK para a argumentação científica de 70 professores. Entre esses estavam presentes professores que lecionavam em níveis escolares equivalentes no Brasil ao Ensino Fundamental I até o Ensino Médio.

Esse estudo foi desenvolvido a partir de duas questões de pesquisa:

- a) Qual conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) os professores têm a respeito de argumentação científica?
- b) Como seu PCK de argumentação científica muda enquanto esses participam de um processo de desenvolvimento profissional?

McNeill e Knight (2013) afirmam que o conhecimento específico da Ciência pode ser dividido em três dimensões: práticas científicas, conceitos transversais e ideais centrais de uma disciplina. Neste trabalho essas pesquisadoras investigaram especificamente a dimensão relacionada às práticas científicas.

Baseadas na proposta de PCK para práticas disciplinares (DAVIS e KRAJCIK, 2005), McNeill e Knight (2013) afirmam que os professores necessitam ter um PCK de argumentação especializado para integrar com sucesso essa prática instrucional no trabalho que se desenvolve dentro de suas salas de aula.

Esses pesquisadores justificam ainda estudar o PCK de argumentação com base nas múltiplas definições para o PCK encontradas na literatura (ABELL, 2007) e na dificuldade de categorizar e definir o conhecimento profissional de professores (BERRY, LOUGHRAN e VAN DRIEL, 2008).

Isso ocorre porque o PCK para o ensino de Ciências inclui uma gama de conhecimentos tais como: orientações para o ensino de Ciências, conhecimento do currículo científico, conhecimento da avaliação de alfabetização científica, conhecimento do entendimento dos estudantes acerca da Ciência e o conhecimento de estratégias instrucionais (MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 1999).

Na literatura parece haver um consenso entre muitos pesquisadores da importância do conhecimento das concepções dos estudantes e do conhecimento de estratégias instrucionais (LEE; LUFTI, 2008; PARK; OLIVER, 2008 e VAN DRIEL; VERLOOP; DE VOS, 1998).

Desse modo McNeill e Knight (2013) investigaram apenas esses dois conhecimentos dos professores conforme vemos a seguir:

Nesse estudo, nós focamos nesses dois elementos do PCK, porque nós sentimos que eles são importantes primeiros passos para integrar

com sucesso a argumentação na prática da sala de aula (McNEILL e KNIGHT, 2013, tradução nossa).

Desse modo, essas autoras afirmam haver um PCK de argumentação para as concepções dos estudantes e um PCK de argumentação para as estratégias instrucionais.

Para essas autoras conhecer as concepções dos estudantes auxilia os professores a determinar os pontos fortes e os pontos fracos nos argumentos e a entender e definir quais devem ser os objetivos de aprendizagem empregando a argumentação. Com base nesse contexto McNeill e Knight (2013) definem o PCK de argumentação para as concepções dos estudantes como se verifica a seguir:

PCK de argumentação para as concepções dos estudantes é mais do que apenas definir a argumentação científica ou entender os conceitos científicos; ao contrário, engloba usar o conhecimento da argumentação científica para dar sentido aos aspectos estruturais e dialógicos do discurso oral e escrito dos estudantes (McNEILL e KNIGHT, 2013, tradução nossa).

Assim, com esse tipo de conhecimento os professores são capazes de avaliar se os estudantes estão utilizando evidências de alta qualidade em suas afirmações ou se apenas empregam seu ponto de vista pessoal. Além disso, podem identificar, numa discussão em sala de aula, as habilidades dos estudantes em ouvir seus colegas, criticar e questionar ideias, em vez de pessoas, e com base nas discussões revisar suas próprias ideias. Portanto, professores que possuem *expertise* nessa área podem reconhecer esses aspectos relacionados com a argumentação científica e lidar adequadamente com eles ao longo do processo.

Além disso, afirmam (McNEILL e KNIGHT, 2013) que o conhecimento das concepções dos estudantes pode ser empregado em conjunto com o conhecimento de estratégias instrucionais para determinar os próximos passos para desenvolver um ambiente de sala de aula apropriado para a argumentação científica.

Isso significa que, além de possuir um PCK de argumentação para as estratégias instrucionais, o professor deve aliar esse conhecimento com o PCK de argumentação para as concepções dos estudantes.

Desse modo, um professor que possui um PCK de argumentação para as estratégias instrucionais domina as estratégias de ensino efetivas para favorecer a argumentação (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006; MARTIN e HAND, 2009; BERLAND e HAMMER, 2009; BERLAND e REISER, 2012).

Dessa maneira, um professor que domina esse conhecimento pode identificar se seus estudantes estão com dificuldade de explicar porque suas evidências apoiam suas conclusões e poderia apresentar-lhes argumentos escritos com diferentes níveis

de dificuldade e discutir os pontos fracos e os pontos fortes de cada argumento, com a finalidade de mostrar aos estudantes o que é um raciocínio baseado em evidências fortes (McNEILL, 2009).

Conforme afirmam Simon, Erduram e Osborne (2006) professores podem empregar, como estratégia instrucional, o encorajamento dos estudantes na geração de contra-argumentos utilizando questões tais como:

- (i) Alguém pode pensar qualquer coisa que poderia ser dito para contrariar isso?
- (ii) O que alguém poderia dizer que tornaria esse argumento um pouco falho?

Ainda conforme verificaram Berland e Reiser (2012) professores, ao iniciar um processo de argumentação, poderiam empregar uma questão aberta que possua um nível de complexidade que permitisse múltiplas interpretações e respostas. Com isso, eles poderiam gerar controvérsia e engajar os estudantes na argumentação.

Com base nesses pressupostos McNeill e Knight (2013) afirmam que, possuir um PCK de argumentação especializado tanto para as concepções dos estudantes quanto para as estratégias instrucionais, pode auxiliar o professor a incorporar adequadamente a argumentação em sua sala de aula.

1.7 O contexto do ensino de Ciências na polivalência

Tendo em vista que o desenvolvimento do PCKarg de PQRF também sofrerá influência das interações desse professor com quatro professoras que lecionam Ciência no contexto da polivalência, discutiremos a seguir alguns problemas relacionados ao ensino de Ciências nas séries iniciais.

Appleton (2003) investigou o desenvolvimento de professores de Ciências iniciantes por meio de dois estudos em que a expressão **atividades que funcionam** surgiu. Essa expressão surgiu a partir da fala dos professores primários acompanhados numa primeira investigação (APPLETON; KINDT, 2002). Nesse trabalho os autores verificaram que para os professores as atividades que funcionam deveriam ter as seguintes características:

- a) Serem atividades divertidas que poderiam ser realizadas pelos estudantes.
- b) Ter a capacidade de envolver os estudantes no trabalho experimental.
- c) Trazer segurança para o professor em termos de gestão de sala de aula e dos conteúdos da ciência.
- d) Ser previsíveis no resultado.
- e) Ensinar ao aluno o conteúdo sem muita intervenção do professor.

Com o objetivo de entender mais profundamente o significado da expressão, atividades que funcionam, e como essas influenciam a prática docente, Appleton (2003) realizou outro estudo, empregando como referencial teórico o conhecimento pedagógico do conteúdo (SHULMAN, 1986 e 1987; MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 1999).

Com esse trabalho Appleton (2003) verificou que as atividades que funcionam servem como uma fonte de desenvolvimento de um PCK em Ciência (Conhecimento Pedagógico do Conteúdo para lecionar um conteúdo específico) e do PCK de Ciência (Conhecimento Pedagógico do Conteúdo voltado para lecionar Ciências) (SMITH; NEALE, 1991) e como esse construto se desenvolve e influencia a prática pedagógica dos professores. A principal asserção de Appleton (2003) é que as atividades que funcionam estão fortemente relacionadas ao desenvolvimento de um PCK em Ciências.

Conforme relatado na literatura (ABELL; ROTH, 1992; APPLETON, 1995; HARLEN, 1997; MELLADO; BLANCO; RUIZ, 1998; SMITH; NEALE, 1991; OSBORNE; SIMON, 1996), no momento em que os professores não se sentem confiantes para lecionar Ciências eles tendem a usar estratégias de ensino que lhes permitem manter o controle do fluxo de conhecimento em sala de aula.

Porém, destaca-se que essas estratégias são conduzidas de um modo que não permite que os estudantes se engajem, de maneira apropriada, no fazer da Ciência (ABELL e ROTH, 1992; HARLEN, 1997; SYMINGTON; HAYES, 1989).

Embora, intuitivamente, acredita-se que o caminho para resolver o problema deva ser aumentar o nível de conhecimento do conteúdo específico desses professores, não existem evidências de que isso gere mudanças nas estratégias de ensino (SKAMP, 1989 e 1997). Em outras palavras isso significa que, embora o conhecimento do conteúdo seja um fator importante para um ensino efetivo, quando esse fator é considerado isoladamente, pouco tem a contribuir com o ensino.

Porém, conforme é relatado na literatura, quando o conteúdo específico é apresentado, tanto em curso de formação quanto na formação em serviço, de um modo não tradicional (WALSH; LINCH, 1985; JANE; MARTIN; TYTLER, 1991) ou em um contexto pedagógico focando-se nas concepções alternativas dos estudantes a partir de uma visão construtivista da aprendizagem (HARDY; BEARLIN; KIRKWOOD, 1990; NAPPER; CRAWFORD, 1990), são obtidos melhores resultados.

Appleton (2003) propõe que a relação entre o conteúdo específico e o contexto pedagógico pode ser melhor compreendida por meio de um olhar voltado a relacionar esses constructos com o conhecimento pedagógico do conteúdo.

Baseando-se na lista de conhecimentos necessários ao ensino de Ciências (MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 1999) proposta na literatura, Appleton (2003) afirma que no caso dos professores primários iniciantes deve ser adicionada à lista as recomendações que são dadas por colegas de trabalho mais experientes (APPLETON e KINDT, 1999). Com base nisso, verifica-se que as concepções espontâneas de colegas mais experientes, acerca do conteúdo a ser ensinado, podem causar influência significativa na prática docente dos professores polivalentes.

Segundo Appleton (2003) todos esses aspectos determinam o modo como esses professores vêem e entendem suas experiências em sala de aula. Com base na literatura (SMITH, 1999; SMITH; NEALE, 1991) e em sua própria experiência, Appleton afirma que o PCK e o desenvolvimento do PCK de professores primários ocorre de modo diferente do que ocorre com os professores que atuam no nível secundário.

Para Appleton (2003) as atividades que funcionam estão conectadas ao PCK de Ciências dos professores do ensino primário. Sendo assim, a maioria dos professores emprega variações de atividades que funcionam ao iniciar suas carreiras no ensino de Ciências quando eles têm pouco ou não possuem PCK de Ciências. Para esse pesquisador o uso de atividades que funcionam auxiliam esses professores a lidar com a falta de conhecimento do conteúdo específico e a desenvolver o PCK de Ciências.

Além disso, nos estudos desenvolvidos por Goodrum, Hackling e Rennie (2001) observou-se que mesmo entre os professores que ensinam Ciências regularmente nas séries iniciais e que ao mesmo tempo não possuem formação na área específica, existem aqueles que ensinam efetivamente.

Desse modo, acredita-se que, embora esses professores apresentem um *deficit* do ponto de vista conceitual eles têm, a partir de sua prática docente, desenvolvido um modo de lidar com suas limitações de conhecimento do conteúdo específico da matéria.

Nesse contexto, Appleton (2003) afirma que outros fatores tais como: as experiências do professor com as práticas do ensino de Ciências, bem como as recomendações dadas por colegas mais experientes são parte importante do desenvolvimento do PCK. Appleton assinala ainda a importância das atividades que funcionam no desenvolvimento tanto do PCK de Ciências quanto do PCK de um conteúdo específico.

Quando professores possuem um conhecimento limitado do conteúdo específico foi identificado que esses tendem a assumir duas posturas distintas:

- 1) Evitar lecionar Ciências (VEENMAN, 1984).

2) Empregar atividades que funcionam em suas aulas (APPLETON, 2003).

No primeiro caso, os professores ainda podem criar situações nas quais eles simplesmente não ensinam Ciências quando eles possuem colegas, que gostam de lecionar Ciências, com os quais dividem turmas de modo que esses ensinam Ciências em sua turma e o professor ensina outra disciplina na turma dos colegas.

Cabe ressaltar que com esse procedimento fica inviabilizado o desenvolvimento do PCK desse professor.

Em relação à situação (1) existe outro fator importante a se considerar. Muitas vezes o professor adia o ensino de Ciências dedicando mais tempo a outras disciplinas. Desse modo, o ensino de Ciências é deixado de lado em vários momentos, podendo ocorrer longos períodos sem que os estudantes tenham contato com os conteúdos dessa disciplina.

Muitos professores, na tentativa de evitar ensinar Ciências, também empregam eventos fortuitos. Por exemplo, caso um estudante traga para a sala de aula algo que tenha um viés científico, frequentemente, abandona-se a atividade programada para aquele momento e emprega-se esse evento, caso o professor sinta-se à vontade, com o foco da aula.

Appleton (2003) identificou que, em alguns casos, os eventos fortuitos passaram a constituir a maior parte do programa de Ciências de modo que esse procedimento docente se configura também em evitar ensinar Ciências.

Por último, os professores podem optar por um ensino temático. Nesse tipo de ensino os professores elegem um tema, que supostamente está relacionado com um conteúdo de Ciência e trabalham esse tema dando mais ênfase aos aspectos sociais do tema do que aos aspectos científicos.

Muitas vezes esses temas são trabalhados por meio de leituras em livros-texto, vídeos ou CD-ROM. De qualquer modo, com essa prática os professores minimizam as demandas relacionadas ao ensino de Ciências evitando, de certo modo, ensinar os conteúdos.

Conforme assinala Appleton (2003) com esse comportamento os professores fecham a possibilidade de desenvolvimento profissional, pois evitar ensinar Ciências gera pouca ou nenhuma oportunidade de desenvolver seu PCK de Ciências.

Por outro lado, existem professores primários que, mesmo sentindo pouca confiança em seu conhecimento do conteúdo específico, procuram lecionar Ciências da melhor forma possível (APPLETON, 2003). Dessa maneira, esses professores empregam atividades que funcionam como um modo de lidar com sua deficiência conceitual e tentam engajar os estudantes.

Atividades que funcionam estão diretamente relacionadas ao PCK de Ciências de professores primários. Muitos professores primários iniciantes empregam muitas atividades que funcionam quando eles têm pouco ou nenhum PCK de Ciências.

Para Appleton (2003) as atividades que funcionam podem exercer um papel central no desenvolvimento do PCK caso sua implementação seja seguida de reflexão, conforme se verifica a seguir:

Como mencionado acima, uma vez que um professor usa uma atividade que funciona, o ato de ensinar e refletir a respeito de sua implementação gera um PCK de Ciência associado com a atividade. Desse modo, o professor começa a acumular PCK de Ciências associado com um número de atividades que funcionam. Uma atividade pode ser usada ano após ano enquanto o currículo e as circunstâncias contextuais permitirem. Isso, então, torna-se parte do repertório pessoal do professor com um PCK de Ciências incorporado relacionado a uma atividade que funciona, e talvez relacionado ainda a um PCK do conteúdo (APPLETON, 2003).

Assim, esse autor afirma que deveria ser dada a oportunidade aos professores de criar um repertório formado por várias atividades que funcionam interligadas de modo a formar unidades que funcionam. Sendo assim, os professores poderiam caminhar em direção a desenvolver seu PCK de Ciências.

Outro aspecto a ser considerado no desenvolvimento do PCK é o suporte dado por colegas e mentores. As respostas dadas por colegas e mentores aos questionamentos dos professores frequentemente são fonte de ideias que fortalecem o PCK de Ciências (ANDERSON; MITCHENER, 1994; APPLETON; KINDT, 1999; APPLETON; KINDT, 2002).

No trabalho de Nilsson (2010) encontramos alguns dados acerca da formação de futuros professores primários, a partir da relação desses com professores experientes (mentores).

Nesse trabalho Nilsson investigou **o que e como** futuros professores primários e seus mentores aprendem ao planejar aulas de Ciências para estudantes entre 7 e 9 anos e ao refletir juntos a respeito dessas aulas.

Ao investigar a natureza do PCK de licenciandos, Nilsson (2008) empregou uma técnica denominada *Stimulated Recall* (lembrança estimulada, tradução nossa). Essa pesquisadora chama a atenção para a importância dessa técnica no desenvolvimento dos professores licenciandos.

Nilsson (2008) destaca que o desenvolvimento do PCK ocorre a partir do momento em que é propiciado aos professores a oportunidade de examinar, elaborar e integrar novos conhecimentos e concepções a respeito do processo de ensino e aprendizagem em seu sistema de conhecimentos.

A técnica de Lembrança Estimulada consiste em registrar em áudio e vídeo a aula dos participantes da pesquisa e empregar esse vídeo em uma entrevista em que os participantes são levados a observar e refletir acerca de sua prática docente (MEADE e McMENIMAN, 1992).

Durante essa entrevista os participantes são convidados a pausar o vídeo e comentar a respeito de qualquer evento especial que seja identificado por eles como algo que deva ser discutido (TRIPP, 1992). Normalmente os participantes identificam e analisam eventos relacionados com as atividades de sala de aula; sua interação com os estudantes; seus sentimentos, atitudes e intenções durante alguns momentos da aula.

Conforme relata Nilsson (2008), com esse procedimento é possível verificar o que os participantes identificam como componentes importantes para o ensino, dentre o seu conhecimento. Dessa forma, é possível observar como as ideias dos professores se modificam durante a prática docente e, portanto, abre-se a possibilidade de identificar mudanças acerca dos aspectos relacionados ao PCK.

Com isso vemos que o ensino de Ciências na polivalência apresenta problemas relacionados à formação inicial incipiente dos professores que gera falta de confiança para lecionar os conteúdos dessa disciplina.

A falta de conhecimento do conteúdo específico desfavorece o desenvolvimento de um PCK que os capacite a ensinar Ciências adequadamente e os torna suscetíveis a incorporar as concepções enganosas de professores considerados mais experientes.

Vemos ainda que a carência de momentos de uma reflexão estruturada a partir da prática docente desses professores, também desfavorece o desenvolvimento de seu PCK.

Conforme destacam Osborne e Simon (1996) faltam aos professores polivalentes a habilidade, a confiança e o entusiasmo para ensinar Ciências o que faz com que eles não respondam adequadamente às perguntas dos estudantes e empreguem métodos de ensino menos estimulantes.

Nesse contexto, nota-se que os problemas de ensino presentes na polivalência geram muitos desafios e portanto um campo fértil para o desenvolvimento do PCK de licenciandos e professores recém formados a partir da interação desses com os professores polivalentes.

Isso pode ocorrer pois, conforme destaca Nilsson (2010), com esse tipo de interação é possível desenvolver em ambos os professores conhecimentos tais como: conhecimento de estratégias instrucionais; conhecimento dos estudantes;

conhecimento do conteúdo específico, o conhecimento pedagógico e principalmente o conhecimento dos propósitos para lecionar um conteúdo específico.

Nesse contexto, os licenciandos e professores recém formados podem possuir o conhecimento do conteúdo específico e conhecimentos de como fomentar a argumentação científica, algum conhecimento pedagógico e praticamente nenhuma vivência em sala de aula. Por outro lado, as professoras polivalentes possuem larga experiência de sala de aula, porém lhes falta confiança para lecionar Ciências devido à falta de conhecimentos específicos e de estratégias instrucionais relacionadas ao fazer da Ciência.

Desse modo, unir esses dois perfis profissionais para planejar, lecionar, observar e refletir acerca da prática pedagógica é um modo efetivo de promover tanto as aprendizagens dos licenciandos e professores recém-formados quanto dos professores polivalentes (NILSSON, 2010).

1.8 O ensino de evaporação no Ensino Fundamental I

Visto que o presente trabalho se desenvolveu a partir do conteúdo específico evaporação e da relação entre um professor de Química recém-formado e professoras que ensinam esse conteúdo no Ensino Fundamental I apresentamos a seguir alguns aspectos relacionados aos problemas envolvendo o ensino desse conteúdo nas séries iniciais.

Desse modo, nosso objetivo é evidenciar alguns obstáculos que devem ser considerados na intervenção para formação para o ensino de evaporação com professoras polivalentes. Cabe ressaltar que os obstáculos apresentados a seguir guiaram, em parte, o planejamento de formação em serviço que foi ministrada por PQRF com as professoras polivalentes.

O ensino de ciências nas séries iniciais apresenta ao menos uma característica que o torna significativamente diferente do ensino dessa disciplina nas séries posteriores. No Ensino Fundamental I as aulas são ministradas por professores polivalentes e, portanto, também responsáveis pelo ensino de outras disciplinas.

Sendo assim, é possível identificar que o contexto da sala de aula do professor das séries iniciais apresenta alguns entraves ao ensino efetivo de ciências. A falta de conhecimento do conteúdo geralmente é suprida em fontes tais como: o material didático escrito, internet, professores mais experientes da mesma série ou ainda os chamados professores especialistas.

Conforme discutido por Schnetzler e Rosa (1998) as ideias que circulam nas escolas dificultam ou inviabilizam o processo de ensino-aprendizagem e em muitos casos estão muito distanciadas do conhecimento científico.

Particularmente, considerando o ensino de evaporação devemos considerar alguns aspectos relacionados mais especificamente com esse conceito. Alguns pesquisadores detectaram controvérsias entre as explicações que os estudantes do ensino fundamental davam para os fenômenos de evaporação e condensação e a visão científica vigente para esses fenômenos (OSBORNE; COSGROVE, 1983; RUSSELL; HALEN; WATT, 1989; STAVY, 1990; BAR; TRAVIS, 1991; BAR; GALILI, 1994; TYTLER, 2000).

Na literatura encontram-se muitos trabalhos em que se relacionam os problemas para lidar com esses conceitos e dificuldades como o modelo particulado da matéria (GABEL; BUNCE, 1994; JOHNSON, 1998; KRNEL, WATSON e GLAZAR, 1998; HATZINIKITA, KOULIDIS e HATIZIKITAS, 2005; GOMEZ, BENARROCH e MARIN, 2006). Problemas conceituais semelhantes aos encontrados nos estudantes também foram encontrados em estudos realizados em cursos de formação de professores (KOKKOTAS; VLACHOS; KOULIDIS, 1998; SCHOON; BOONE, 1998; JARVIS; PELL; McKEON, 2003).

Esses resultados de pesquisa têm fomentado o debate acerca de quando o modelo particulado da matéria deve ser introduzido aos estudantes. Atualmente esse modelo faz parte somente do currículo da escola secundária na maioria dos países (MARTIN et al., 2004).

Embora existam argumentos em favor de adiar o ensino do modelo particulado da matéria, alguns autores (HARRISON; TREAGUST, 2002; PAPAGEORGIOU; STAMOVLASIS; JOHNSON, 2010; PAPAGEORGIOU; SAKKA, 2000) defendem que o emprego do modelo particulado da matéria, em vez da capacidade dos estudantes ou as habilidades didáticas dos professores, é o fator limitante para que os estudantes dominem os conceitos de evaporação e condensação.

Sendo assim, defende-se (PAPAGEORGIOU STAMOVLASIS; JOHNSON, 2010) a incorporação do modelo particulado da matéria na formação dos professores das séries iniciais. A partir de investigações realizadas com estudantes da escola primária, que foram introduzidos ao modelo particulado da matéria, foram obtidos resultados encorajadores acerca dessa abordagem em que se verificou que esses estudantes podem lidar com o conceito de partícula e se beneficiar nesse processo (JOHNSON; PAPAGEORGIOU, 2010; PAPAGEORGIOU; JOHNSON, 2005; PAPAGEORGIOU; JOHNSON; FOTIADES, 2008).

Para esses pesquisadores se os estudantes das séries primárias podem lidar com a ideia de partícula, seus professores também devem ser capazes de fazê-lo. Porém, para que isso ocorra esses professores devem romper com as concepções alternativas que eles têm trazido desde seus anos de escolaridade e também com os erros conceituais que surgiram durante seus anos de docência.

A partir dessa perspectiva verifica-se que existem sérios entraves ao ensino do conceito de evaporação nas séries iniciais, pois na formação inicial dos professores desse nível escolar uma discussão adequada do modelo particulado da matéria não está presente. Desse modo, os professores, ao lecionarem nesse nível de ensino muitas vezes recorrem a fontes de consulta geradoras de concepções alternativas, tais como: internet, professores mais experientes (polivalentes ou especialistas), o material didático escrito que empregam durante as aulas ou livros didáticos de Química.

Na literatura, existem alguns trabalhos relatando investigações realizadas nas últimas duas décadas acerca do ensino de Ciências nas séries iniciais. A maioria desses trabalhos se relaciona com a formação de professores primários durante sua graduação ou em início de carreira e como esses desenvolvem seu PCK para lecionar ciências (APPLETON, 2002; 2003; APPLETON e KINDT, 1999 e 2002). Outros versam a respeito dos problemas que os professores polivalentes enfrentam ao lecionar ciências (ABELL e ROTH, 1992; APPLETON, 1977, HARLEN, 1997; MELLADO; BLANCO; RUIZ, 1998; PINE; MESSER; JOHN, 2001).

Contudo, não são encontrados, até o momento, trabalhos investigando o desenvolvimento do PCK de professores polivalentes que lecionam conteúdos relacionados a mudanças de fase da matéria no contexto do ensino brasileiro. Não são conhecidos também, no contexto brasileiro, trabalhos relacionando o conceito de evaporação, a argumentação científica no ensino desse conceito e o PCK de professores polivalentes.

Existe ainda um limitado número de trabalhos investigando a percepção dos professores acerca de concepções alternativas relacionadas à evaporação e ebulição.

Chang (1999) estudou as concepções de futuros professores de Taiwan com relação à evaporação, condensação e ebulição e encontrou concepções alternativas que foram atribuídas ao fato desses professores perceberem e interpretar os fenômenos baseando-se exclusivamente em suas experiências sensoriais.

Goodwin (2003), examinando o entendimento de professores licenciandos em Ciências, acerca dos conceitos de evaporação e ebulição, observou que a maioria dos professores dava respostas a questionamentos envolvendo esses conceitos, de modo correto. Contudo, esses professores, em alguns momentos, apresentavam concepções alternativas. Para esse pesquisador as concepções alternativas que

esses professores apresentam ao lidar com esses conteúdo relaciona-se ao fato desses desconhecerem a teoria cinético molecular.

Conforme discutido por Kikas (2004), essas concepções surgem a partir da necessidade de entender tópicos complicados e dependem também de fatores culturais específicos tais como: currículo nos níveis elementar, secundário e universitário, livros-texto etc.

Com o presente trabalho busca-se conhecer o potencial para desenvolver o PCKarg de um professor de Química recém-formado ao levar esse professor a planejar e dirigir uma proposta de formação em serviço de professoras polivalentes visando desenvolver nessas conhecimentos acerca da argumentação científica e ensino investigativo, tendo como base o ensino de evaporação.

Foi considerado também nessa investigação de que modo refletir acerca dos resultados de sua prática docente, as experiências vividas nas interações entre PQRF e PQ e nas interações daquele com as professoras polivalentes que influenciaram no desenvolvimento do PCKarg desse professor.

Conforme discutido por Nilsson (2008) é necessário estudar o processo de aprendizagem para ensinar do ponto de vista das experiências do professor para entender profundamente suas necessidades e preocupações e como isso impacta o desenvolvimento de seu PCK.

Com base nessa perspectiva acreditamos que as demandas cognitivas que surgem a partir da situação-problema de desenvolver com professoras polivalentes, no contexto citado acima, uma formação em serviço que vise favorecer com que essas se apropriem das estratégias instrucionais relacionadas a argumentação e ao ensino investigativo e refletir acerca dos resultados obtidos nesse processo configura-se em um interessante ponto de partida para o desenvolvimento do PCKarg.

CAPÍTULO 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1. Contexto da pesquisa

A presente pesquisa foi desenvolvida em um colégio particular, situado na cidade de São Caetano do Sul, na região do ABC paulista, no ano de 2012. Esse colégio é mantido pela Fundação de Rotarianos de São Caetano do Sul. Possuía, no ano de obtenção dos dados, 1819 estudantes distribuídos desde a Educação Infantil até o 3º ano do Ensino Médio conforme verifica-se no quadro 2.

Quadro 2. Resumo da quantidade de estudantes por série em 2012.

Alunos por Série	
Maternal	27
Nível 1	34
Nível 2	56
1º ano	112
2º ano	101
3º ano	127
4º ano	110
5º ano	139
6º ano	174
7º ano	150
8º ano	179
9º ano	141
1º ano/EM	169
2º ano/EM	156
3º ano/EM	144

Conforme se verifica no quadro acima 117 estudantes estavam matriculados na Educação Infantil, 589 no Ensino Fundamental I, 644 no Ensino Fundamental II e 469 no Ensino Médio. Existiam cinco salas do 3º ano do Ensino Fundamental I, com capacidade para até 26 estudantes. As quatro professoras polivalentes que ministravam aulas nessas salas participaram desta pesquisa. As três primeiras salas eram constituídas por 25 estudantes e as demais possuíam 26.

2.2. Sujeitos envolvidos na pesquisa

Participaram desta pesquisa um professor de Química recém-formado (PQRF), quatro professoras polivalentes (P1, P2, P3 e P4) uma professora de Biologia (PB) e o pesquisador (PQ).

Destacamos que não houve interações entre PQ e PB nem entre PQRF e PB. Sendo assim, PB não participou da formação em serviço e ainda não teve acesso ao conteúdo das discussões estabelecidas entre PQRF e o grupo de professoras polivalentes.

A partir da natureza do trabalho pedagógico desenvolvido no colégio, as relações que se desenvolveram entre as professoras polivalentes e o grau de coesão do grupo, essas professoras interagiram fortemente ao longo de toda a formação em serviço. Ao longo do processo identificamos que essa formação atuou como um catalisador da interação entre as professoras desencadeando momentos de trocas e reflexão fora das reuniões de grupo.

Devido ao papel proposto para PQRF na formação em serviço, esse professor interagiu diretamente com as professoras polivalentes. Desse modo, PQRF foi encarregado de conduzir os encontros e escolher as estratégias instrucionais, dentro desses encontros para fomentar a argumentação científica entre as professoras. Nesse contexto, o papel do pesquisador foi dar suporte a PQRF e fazer pequenas intervenções pontuais, caso solicitado por PQRF ou se o pesquisador julgasse necessário.

Com a finalidade de apresentar o contexto em que os principais participantes desta pesquisa estavam inseridos, durante o período de coleta de dados, a seguir encontra-se uma breve descrição de PQRF, das professoras polivalentes e de PB.

2.2.1 O professor de Química recém-formado (PQRF)

Esse professor é Bacharel em Química com Atribuições Tecnológicas e Licenciatura. Além disso, trabalha há mais de dez anos na indústria química e em 2012 iniciou sua carreira no magistério atuando na rede pública de ensino na cidade de São Bernardo do Campo.

PQRF foi aluno no curso de graduação, na matéria Prática do Ensino de Química, ministrada pelo autor deste trabalho. Cabe ressaltar que esse professor teve acesso, durante o curso de Prática do Ensino de Química, ao ensino investigativo, aos

conceitos relacionados à argumentação científica e ao modelo argumentativo de Toulmin.

Durante essas aulas PQRF mostrou-se interessado em conhecer mais profundamente esses conceitos com a finalidade de melhorar sua prática docente.

Sendo assim, como parte da preparação para participar do trabalho com as professoras envolvidas nessa pesquisa, esse PQRF foi exposto à leitura de artigos e a discussões relacionadas aos conceitos de PCK e argumentação no ensino de Ciências.

2.2.2 As professoras polivalentes

O convite para participar dessa pesquisa foi lançado a quatro professoras que ministram aulas no 3º ano do Ensino Fundamental I e lhes foi assegurado que deveriam participar caso desejassem ser voluntárias e que poderiam abandonar o processo, a qualquer momento, caso estivessem descontentes com os rumos da investigação ou por motivos de ordem pessoal. Cabe ressaltar, como citado anteriormente, que embora existissem cinco salas de aula do 3º ano do Ensino Fundamental I, apenas quatro professoras lecionavam nessas salas porque uma professora era responsável por duas turmas de estudantes nos períodos da manhã e da tarde.

Ressalta-se ainda que as quatro professoras aceitaram prontamente o convite alegando ser importante participar de atividades dessa ordem, pois, com isso poderiam se beneficiar, profissionalmente, devido à relação com especialistas da área de ciências.

Sendo assim, este estudo desenvolveu-se com quatro professoras polivalentes que lecionam no terceiro ano do Ensino Fundamental I (P1, P2, P3 e P4). Todas as professoras possuem ao menos formação em Magistério e Pedagogia, e tinham entre 14 e 32 anos de atuação em sala de aula, no Ensino Fundamental I, no momento da coleta dos dados. A formação, o tempo de atuação no colégio e a experiência profissional de cada professora pode ser observada no quadro 3.

Conforme se observa no quadro 3 todas as professoras participantes dessa pesquisa estavam lecionando há, no mínimo, mais de uma década. Embora as professoras P1, P3, P4 trabalhem no colégio há mais tempo, a professora P2 estava bastante integrada ao grupo.

Nos primeiros contatos com esse grupo verificou-se que há grande coesão no trabalho desenvolvido por essas docentes. Essa coesão se manifesta na troca de

experiências e atividades que deram certo, discussões acerca de procedimentos e resultados obtidos em sala de aula etc.

Quadro 3. Dados relacionados à formação e experiência no magistério.

Professora	Formação	Tempo de magistério até o momento da investigação	Tempo de trabalho no Colégio no momento da Investigação
P1	Magistério psicologia e pedagogia	14 anos	7 anos
P2	Magistério pedagogia e psicologia do desenvolvimento	21 anos	1 ano
P3	Magistério e pedagogia	17 anos	5 anos
P4	Magistério e pedagogia	32 anos	5 anos

De modo geral o grupo possui bom relacionamento interpessoal, postura colaborativa e predisposição para melhorar sua prática a partir da troca de informações e discussões em grupo. Há um forte clima de confiança entre as professoras de modo que essas não têm medo de expor e discutir suas ideias e pontos fracos.

Ainda no quadro 3 observa-se que não há nesse grupo professoras ninguém que possua qualquer formação voltada especificamente para o ensino de Ciências nas séries iniciais.

2.2.3 A professora de Biologia (PB)

Estava envolvida nessa pesquisa uma professora formada em Biologia (PB) que planejou e ministrou aulas de laboratório, para os alunos das professoras polivalentes. PB realizou as demonstrações experimentais propostas no material didático escrito empregado pelas professoras em sala de aula.

Essa professora trabalhava no colégio há quatro anos, no momento da coleta dos dados, e atuava como responsável pelos laboratórios da instituição e pela cozinha experimental.

Cabe ressaltar que PB não possuía turmas regulares nessa unidade escolar durante esse período e que também não possuía experiência em sala de aula.

Mesmo assim, no contexto deste trabalho PB desempenha um papel importante, pois suas concepções de ensino e arcabouço conceitual causam influência no trabalho desenvolvido pelas professoras polivalentes e é parte importante do contexto que envolve esta pesquisa como será mostrado no capítulo 3.

Isso ocorre porque, além de PB ser uma fonte de consulta para essas professoras, todas as aulas experimentais, propostas no material didático do 3º ano, são planejadas e ministradas por essa professora. Nesse contexto vemos que as professoras polivalentes exportavam a responsabilidade das aulas de laboratório para PB por julgarem que essa professora era mais bem preparada para o trabalho experimental.

2.3 Fontes de dados

Os dados foram coletados a partir das seguintes fontes:

- 1) Materiais didáticos escritos empregados pelas participantes e que abordassem o tema evaporação.
- 2) Gravação em vídeo das aulas de laboratório ministradas por PB para o tópico evaporação para os alunos de P4.
- 3) Gravação em vídeo das aulas teóricas ministradas por P4 para o tópico ciclo da água.
- 4) Gravação em vídeo de todas as interações entre PQRF e as professoras polivalentes.
- 5) Representações de conteúdo (CoRes) acerca da argumentação científica produzidos por PQRF.
- 6) Produção de texto e representações pictóricas a respeito do fenômeno de evaporação efetuadas pelas professoras polivalentes.
- 7) Produção de texto e representações pictóricas a respeito do fenômeno de evaporação efetuadas pelos parentes e amigos de PQRF.
- 8) Entrevistas pré-intervenção com as professoras polivalentes
- 9) Entrevista pós-intervenção com PQRF.
- 10) Registros em vídeo das discussões ocorridas durante a construção de uma mapa conceitual acerca de argumentação científica por PQRF pós-intervenção.

2.3.1 Material didático escrito

O material didático escrito adotado no colégio é desenvolvido em forma de apostilas que são elaboradas pelo sistema Anglo de ensino. Esse sistema é adotado nessa instituição desde 2004. No presente trabalho foram analisados somente a apostila 1 e o manual do professor elaborado para essa apostila, mostrados na figura 7, pois somente nesses materiais são abordados os tópicos evaporação e ciclo da água.

Figura 7. Materiais didáticos utilizados pelas participantes da pesquisa.

2.3.2. Entrevistas

Ao planejarmos e realizarmos as entrevistas partimos da perspectiva de Goldenberg (1997). Essa pesquisadora afirma que na realização de uma entrevista de sucesso, é necessário envolver o entrevistado em uma atmosfera amistosa e de confiança. Nesse contexto, o entrevistador assume uma postura de neutralidade nem concordando e nem discordando das opiniões do entrevistado.

Dessa forma minimiza-se a possibilidade de induzir respostas ou de o entrevistado assumir o papel de um personagem que fornece as respostas que supostamente o entrevistador almeja.

Além disso, nos pautamos em algumas sugestões de Bourdieu (1999) em relação à estruturação das entrevistas. Isso foi feito de modo a criar um ambiente em que as respostas dos entrevistados fossem válidas e fidedignas como descrito a seguir:

- 1) **Cuidado na escolha dos métodos de entrevista:** devido aos diferentes objetivos da pesquisa foi empregado mais de um método de entrevista sendo que essa escolha será explicada posteriormente.

- 2) **Escolha dos entrevistados:** foram escolhidas pessoas conhecidas pelo entrevistador de modo que existia certa familiaridade e proximidade social entre entrevistador e entrevistados. Nesse contexto, o entrevistador ainda procurou se colocar em uma posição de igualdade assumindo a mesma linguagem dos entrevistados de modo a gerar uma atmosfera em que os entrevistados se sentiram mais seguros para colaborar.
- 3) **Condução da entrevista pelo pesquisador:** as entrevistas foram conduzidas pelo pesquisador porque esse apresentava maior familiaridade com o tema e tinha introjetado o objetivo da pesquisa.
- 4) **Comportamento do entrevistador:** durante a entrevista o entrevistador enviou sinais verbais e não verbais de incentivo, agradecimento, entendimento, de modo a demonstrar ao entrevistado que estava atento à sua narrativa. Mesmo assim ocorreu o mínimo de intervenções possível para evitar quebrar a linha de raciocínio do entrevistado.
- 5) **Busca por discursos extraordinários:** os entrevistados foram levados a falar livremente acerca de suas experiências de vida e crenças de modo a explorarem fatos que não foram considerados previamente pelo entrevistador.

Assim, a partir dessa estrutura objetivou-se obter dados relacionados com os valores, opiniões, crenças e atitudes dos sujeitos entrevistados. Para isso, em relação às perguntas da entrevista tomou-se o cuidado de não formular questões ambíguas ou tendenciosas.

As perguntas consideravam a linha de raciocínio do entrevistado de modo a dar continuidade a esse raciocínio. Essas perguntas, em muitos momentos, objetivavam suscitar a memória do entrevistado.

2.3.2.1 As formas de entrevistas empregadas

Basicamente empregaram-se três formas de entrevistas neste trabalho. Com as professoras polivalentes empregou-se entrevista semiestruturada e história de vida. Por outro lado, com PQRF utilizaram-se entrevistas abertas.

Na entrevista semiestruturada ocorre uma combinação de perguntas abertas e fechadas. Com isso possibilita-se que o entrevistado fale a respeito de um tema proposto. Embora o entrevistador tenha de seguir um conjunto de perguntas pré-determinado isso é feito informalmente de modo que esse escolhe os momentos em que o assunto deve ser mudado.

Na entrevista visando conhecer as histórias de vida ocorre uma constante interação entre o entrevistado e o entrevistador. Com esse formato de entrevista objetiva-se obter um retrato das experiências vivenciadas pelos entrevistados.

Embora existam dois tipos de entrevistas de história de vida (a completa e a por tópico) neste trabalho empregou-se a entrevista por tópico porque estávamos focados em obter dados de um determinado conjunto de experiências das entrevistadas (MINAYO, 1993).

A escolha desses tipos de entrevistas ocorreu devido ao fato de suas características estarem alinhadas com os objetivos da coleta de dados.

As principais características das entrevistas a partir das histórias de vida relacionam-se ao fato de que esse tipo de entrevista (DUARTE, 2004):

- 1) Permite que o entrevistado faça uma retrospectiva de suas vivências.
- 2) Libera pensamentos reprimidos em forma de confiança.
- 3) Favorece conhecer um possível reflexo da dimensão coletiva por meio da visão de um indivíduo.

A entrevista semiestruturada também apresenta características alinhadas com o tipo de dados que se pretendia obter ao entrevistar as professoras polivalentes. Com esse tipo de entrevista podemos (DUARTE, 2004):

- 1) Obter respostas mais abrangentes, pois as pessoas têm mais facilidade para falar de determinado assunto do que de escrever sobre esse (SELLTIZ, 1987).
- 2) Corrigir enganos e mal-entendidos no momento em que a entrevista está ocorrendo.
- 3) Empregar perguntas adicionais com a finalidade de clarificar respostas.
- 4) Refinar a coleta de dados e direcionar a entrevista delimitando o volume de informações caso o entrevistado se afaste do assunto em discussão.

Visto que o objetivo desta coleta de dados era determinar as histórias de vida, formação acadêmica para o magistério na polivalência, essa coleta foi feita a partir da fusão entre entrevista semiestruturada e histórias de vida.

Com as entrevistas abertas o entrevistador apresenta determinado tema ao entrevistado e lhe dá liberdade para discorrer acerca desse tema. Assim, é possível explorar com maior amplitude o tema dentro de uma conversa que se processa de maneira informal (DUARTE, 2004).

O entrevistador assume uma postura de ouvinte e interrompe o entrevistado em situações que julgue de extrema necessidade. Esse tipo de entrevista apresenta as seguintes características (MINAYO, 1993):

- i) É empregada quando o entrevistador deseja obter a maior quantidade

possível de dados a respeito da visão do entrevistado.

- ii) Permite obter maior detalhamento do assunto.
- iii) É empregada na investigação de especificidades culturais.
- iv) Possui duração elástica e permite uma cobertura mais ampla do assunto.
- v) Favorece respostas mais espontâneas dependendo da interação entre entrevistador e entrevistado.
- vi) Favorece uma maior aproximação entre os atores do processo permitindo ao entrevistador tocar em assuntos mais complexos.

Como vemos, com esse tipo de entrevista é possível obter dados acerca dos aspectos afetivos e valorativos dos entrevistados. Assim, tem-se acesso a dados relacionados a atitudes e comportamentos. Isso ocorre porque por meio da liberdade de discurso é favorecido o surgimento de respostas espontâneas. Essas respostas podem dar origem a questões que o entrevistador desconhecia e auxiliar de modo significativo na pesquisa (DUARTE, 2004).

Sendo assim, escolhemos esse tipo de entrevista para obter os dados com PQRF porque julgamos que esse era um modo adequado de determinar como as concepções desse professor, acerca da argumentação científica, mudaram ao longo do processo.

2.3.2.2 Entrevistas realizadas com PQRF

As entrevistas com PQRF ocorreram em um escritório nas dependências da residência de PQ. Conforme relatado anteriormente com essas entrevistas objetivou-se investigar de que modo os primeiros contatos com a argumentação na graduação, a relação entre PQRF e PQ durante o planejamento da formação em serviço, a interação entre PQRF e as professoras polivalentes e discussões entre PQ e PQRF ao longo do processo influenciaram o desenvolvimento do PCKarg desse professor.

Na figura 8 vemos a posição que PQ e PQRF ocuparam em relação a filmadora no momento da entrevista.

Figura 8. Vista do posicionamento do entrevistado, entrevistador e filmadora no momento da entrevista com PQRF.

Com a finalidade de atingir os objetivos para essa entrevista apresentados anteriormente, os quatro tópicos, elencados abaixo, guiaram o trabalho do entrevistador ao longo do processo.

- 1) Influência das aulas da graduação para a formação de PQRF em argumentação científica.
- 2) Influência do planejamento da formação em serviço na preparação de PQRF para trabalhar a argumentação científica com as professoras polivalentes.
- 3) Contribuição dos encontros com as professoras polivalentes para o conhecimento de PQRF acerca de como trabalhar a argumentação científica.
- 4) Contribuição de todo o processo nas concepções de PQRF a respeito de como criar e conduzir laboratórios investigativos.

Destacamos que durante a entrevista PQ manteve uma folha em que esses tópicos estavam anotados. Nessas anotações não estavam presentes questões previamente definidas. As perguntas que surgiram durante a entrevista foram feitas de improviso e a partir do contexto do que estava sendo discutido.

É importante ressaltar que essa entrevista ocorreu cerca de dois anos após ter ocorrido o último encontro entre PQRF e as professoras polivalentes. Com isso, intentou-se detectar, após esse período, quais elementos relacionados a argumentação científica e ao laboratório investigativo ainda estavam presentes no repertório de PQRF.

Ressaltamos que a mesma disposição mostrada na figura 8 ocorreu durante os registros em vídeo da construção, por PQRF, do mapa conceitual de argumentação. Além disso, os procedimentos ao fazer perguntas para PQRF durante essa construção foram os mesmos adotados durante a entrevista.

2.3.2.3 Entrevistas realizadas com as professoras polivalentes

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas seguindo os conceitos presentes no mapa conceitual mostrado na figura 9. Conforme se observa nessa figura a entrevista foi estruturada visando que as professoras apresentassem suas histórias de vida escolar e formação acadêmica para o magistério na polivalência, sobretudo em relação ao ensino de Ciências. Nesse contexto, o entrevistador buscou interferir o mínimo necessário na fala das entrevistadas visando minimizar as possíveis interferências (BOURDIEU, 1999):

- 1) No discurso da entrevistada.
- 2) Na forma de raciocínio.
- 3) Nos processos de memória desencadeados pela experiência de participar desse tipo de entrevista.

Uma cópia impressa do mapa conceitual mostrado na figura 9 foi empregada durante todas as entrevistas.

Figura 9. Mapa conceitual utilizado na condução das entrevistas.

Esse mapa conceitual foi empregado pelo pesquisador como um norteador, de modo que, o entrevistador percebesse até que ponto o rumo da fala do entrevistado, ao longo da entrevista, caminhava no sentido de fornecer os dados objetivados.

Desse modo, o entrevistador tinha em mãos, além do mapa conceitual, perguntas pré-estabelecidas a partir dos objetivos dessa entrevista. Assim, com base nessas perguntas e no mapa conceitual foi possível rapidamente identificar que domínios conceituais já tinham sido abordados e de que modo conduzir a entrevista para obter o restante dos dados.

Antes de serem iniciadas as entrevistas, foram apresentados e explicados os aspectos gerais da pesquisa. Desse modo, foi explicitado que o material coletado seria empregado apenas para fins de pesquisa. Foi solicitada ainda a permissão para registrar em vídeo a entrevista, os encontros com PQRF e as aulas dessas professoras. Nesse momento lhes foi assegurado que a coordenação pedagógica do colégio não teria acesso ao conteúdo dessas entrevistas e que tanto na entrevista quanto ao longo do trabalho, suas identidades seriam preservadas.

Foi explicitado ainda que um dos objetivos do trabalho era contribuir com a formação das professoras para o ensino de Ciências e que, para isso, o pesquisador necessitava obter os dados do modo mais fidedigno possível.

É importante ressaltar que nesse colégio não foram encontradas as restrições às filmagens das aulas, pois os pais dos estudantes, no momento da matrícula, assinam um termo de permissão para uso de imagem. Sendo assim, a presença da filmadora foi prontamente autorizada pela direção do colégio com base nesse termo.

As entrevistas ocorreram na sala ambiente de Química nas dependências do colégio. O posicionamento ocupado pelo entrevistador, entrevistado e filmadora é mostrado na figura 10.

Figura 10. Vista do posicionamento do entrevistado, entrevistador e filmadora no momento da entrevista com as professoras polivalentes.

As entrevistas ocorreram nos horários de janelas de aula dessas professoras de modo que o entrevistador ajustou o cronograma das entrevistas aos horários vagos das professoras.

Ao iniciar a entrevista com cada professora, o entrevistador explicitou que o objetivo daquela entrevista era conhecer a história de vida da professora dentro da escola, desde suas experiências como estudante, passando por sua formação superior até a experiência como professora.

Com isso, objetivou-se retirar o maior número de dados possível acerca das histórias de vida e da formação escolar dessas professoras.

2.3.3 Registros audiovisuais das aulas e encontros

Esses registros ocorreram em momentos diferentes ao longo da pesquisa. O início da coleta dos dados em vídeo ocorreu primeiramente em sala de aula. Foram efetuados registros das aulas das professoras ao lecionar ciclo da água.

Foram feitos registros das aulas no laboratório de Ciências conduzidas por PB. O terceiro e último grupo de registros foi efetuado durante a formação em serviço proposta na tabela 4.

2.3.3.1 Registros audiovisuais em sala de aula

Foram efetuados registros audiovisuais das aulas envolvendo os conteúdos evaporação e ciclo da água. A filmadora foi posicionada na sala de aula conforme representado na figura 11.

A filmadora, juntamente com o pesquisador foram inseridos, na sala duas semanas antes das professoras iniciarem o trabalho com os conteúdos investigados nesta pesquisa. Com isso, objetivou-se familiarizar os estudantes e as professoras com a presença, tanto do pesquisador quanto da filmadora, ambientando esses elementos na sala de aula.

Figura 11. Vista do posicionamento da filmadora nas gravações em vídeo das aulas em sala de aula.

Ressalta-se que, durante esse período, não foram feitos registros das aulas, pois a filmadora permaneceu desligada. Destaca-se ainda que tanto as professoras quanto os estudantes desconheciam esse fato.

Assim, objetivou-se que no momento em que os registros fossem iniciados, os sujeitos da pesquisa, sofreriam o mínimo de influência da coleta dos dados durante as aulas.

O papel do pesquisador nesse contexto foi apenas o de observador sem participar da dinâmica de aula, expressar opiniões, responder a questionamentos ou interagir, no que se relaciona ao conteúdo ministrado, com as professoras ou os estudantes.

2.3.3.2 Registros audiovisuais no laboratório de Ciências

As aulas que ocorreram no laboratório não foram conduzidas pelas participantes dessa pesquisa. Essas aulas foram elaboradas e ministradas por PB.

Na figura 12 os pontos pretos representam as posições que os estudantes ocuparam durante as aulas de laboratório. Desse modo, somente Ihes foi permitido sentar-se ao redor das bancadas 1 e 2. Durante toda a aula, PB ficou posicionada próxima ao aquecedor elétrico sobre a bancada das pias. Conforme se observa na figura, a filmadora esteve posicionada sobre a bancada 3 de modo a captar tanto as imagens dos estudantes quanto da PB. Devido à posição da janela e da filmadora foi possível obter imagens de melhor qualidade devido ao aproveitamento da luz natural, durante a obtenção das imagens.

Figura 12. Vista do posicionamento da filmadora nos registros audiovisuais das aulas em laboratório.

Vemos ainda na figura 12 que as professoras polivalentes posicionaram-se próximas da lousa e de frente a PB. Cabe ressaltar que durante essas aulas essas professoras não fizeram intervenções conceituais. Seu papel foi apenas corroborar todas as afirmações e argumentos feitos por PB.

Ressalta-se que do mesmo modo como relatado anteriormente não ocorreu nenhuma intervenção do pesquisador na aula.

2.3.3.3 Registros audiovisuais da formação em serviço

Realizaram-se ainda registros audiovisuais da interação entre PQ e as professoras polivalentes, durante a formação em serviço. Essa formação ocorreu em dois ambientes. Em primeiro lugar na sala da professora P3 e num segundo momento no laboratório de Ciências. Na figura 13 verifica-se o posicionamento da filmadora e

demaís componentes da pesquisa durante os encontros para formação em serviço ocorridos na sala da professora P3.

Figura 13. Vista do posicionamento da filmadora nos registros audiovisuais nos encontros para formação em serviço em sala de aula.

Na figura 14 observa-se o posicionamento da filmadora e dos demais componentes da pesquisa durante os encontros ocorridos que aconteceram no laboratório de Ciências para formação em serviço.

Figura 14. Vista do posicionamento da filmadora nos registros audiovisuais nos encontros para formação em serviço no laboratório de Ciências.

O papel do pesquisador diferiu do que ocorreu nas filmagens anteriores. Conforme solicitado por PQRF o pesquisador deveria fazer alguma intervenção quando PQRF solicitasse ou caso o pesquisador identificasse que o objetivo do encontro não seria atingido a partir da condução dada por PQRF.

Destacamos que as intervenções foram feitas diretamente com PQRF de modo que as professoras não percebessem que esse recebia instruções de PQ.

Assim, as intervenções ocorreram diretamente com PQRF no sentido de orientação ou lançando algum questionamento para o grupo (PQRF e professoras) a fim de que os trabalhos evoluíssem para o objetivo do encontro. Cabe ressaltar que na maior parte do tempo PQRF foi o responsável pela condução dos trabalhos de modo que o pesquisador fez apenas poucas intervenções pontuais.

2.3.4 Representações de Conteúdo (CoRes)

Foram coletadas Representações de Conteúdo a respeito de “argumentação no ensino de ciências” por meio do questionário com oito questões (LOUGHRAN, MULHALL e BERRY, 2003) elencadas a seguir:

- 1) O que você pretende que as professoras aprendam a respeito dessa ideia?
- 2) Por que é importante para as professoras aprender essa ideia?
- 3) O que mais você sabe dessa ideia? O que você não vai ensinar, por enquanto, para as professoras?
- 4) Quais são as dificuldades específicas de aprendizagem, relacionadas a essa ideia, que as professoras apresentam?
- 5) Quais conhecimentos que você possui a respeito do raciocínio das professoras que influenciam sua prática docente ao lecionar essa ideia?
- 6) Quais são os outros fatores que lhe influenciam ao lecionar essa ideia?
- 7) Quais estratégias de ensino você emprega(rá) ao lecionar essa ideia e qual é a razão particular para empregá-las?
- 8) De que modo você avalia o entendimento ou confusões das professoras, acerca dessa ideia? (inclua a provável variedade de respostas produzidas pelas professoras).

Essas questões foram enviadas, por e-mail, à PQRF em um documento do Excel dois anos após esse professor ter feito sua última interação com as professoras polivalentes. Sendo assim, PQRF somente preencheu as lacunas presentes nesse documento de modo a responder às oito questões fazendo o cruzamento dessas com as grandes ideias conforme se observa na figura 15.

Desse modo, PQRF respondeu dois questionários CoRe. O primeiro foi respondido em relação aos conhecimentos a respeito de como fomentar a argumentação que PQRF tinha ao final do processo.

Sendo assim, esse professor foi levado a pensar as grandes ideias acerca do ensino de argumentação. Com isso, PQRF deveria elencar as grandes ideias que ele julgava importantes para que as professoras polivalentes dominassem os conhecimentos básicos de argumentação científica para engajar seus estudantes.

CoRe: Argumentação	Ideia 1	Ideia 2	Ideia 3
1) O que você pretende que as professoras aprendam a respeito dessa ideia?			
2) Por que é importante para as professoras aprender essa ideia?			
3) O que mais você sabe sobre essa ideia? O que você não vai ensinar por enquanto para as professoras?			
4) Quais são as dificuldades específicas de aprendizagem, relacionadas a essa ideia, que as professoras apresentam?			
5) Quais conhecimentos você possui a respeito do raciocínio das professoras que influenciam sua prática docente ao lecionar essa ideia?			
6) Quais outros fatores que lhe influenciam ao lecionar essa ideia?			
7) Quais estratégias de ensino você emprega ao lecionar essa ideia?			
8) De que modo você avalia o entendimento ou confusões dos estudantes acerca dessa ideia? (Inclua a provável variedade de respostas produzidas pelos estudantes)			

Figura 15. Modelo de CoRe enviado à PQRF em Planilha de excel (LOUGHRAN et al., 2001, tradução nossa).

Com isso, objetivou-se detectar quais concepções a respeito da argumentação científica PQRF apresentava dois anos após sua interação com as professoras e com PQ.

2.4. Intervenção desenvolvida para formação em serviço

A intervenção desenvolvida neste trabalho ocorreu em dez encontros, de aproximadamente duas horas cada, mediados pelo PQRF. Apesar de o pesquisador estar presente em 70% desses encontros seu papel basicamente se restringiu a filmar os trabalhos e dar algum subsídio ao PQRF. O pesquisador somente fez alguma intervenção caso PQRF houvesse solicitado ou estivesse ocorrendo um desvio do objetivo planejado para aquele encontro, conforme relatado anteriormente.

Nos momentos pré-intervenção o pesquisador e PQRF se reuniram para planejar a intervenção. Ocorreram cinco encontros, de aproximadamente duas horas, com a finalidade de discutir os conceitos de ensino investigativo, argumentação no ensino de Ciências e PCK. Nesses encontros foi oportunizado a PQRF sanar suas dúvidas acerca das leituras a respeito dos constructos relacionados a essa pesquisa. Além disso, nesse momento, foi desenvolvido o planejamento de uma intervenção para introduzir as professoras nos conceitos relacionados ao ensino investigativo e à argumentação científica empregando situações problema envolvendo o fenômeno de evaporação.

Nesse contexto PQRF e PQ foram coautores de uma proposta de formação em serviço na qual fosse propiciada às participantes da pesquisa:

- i) Explicitar suas concepções acerca do conteúdo evaporação e fenômenos correlatos. Produzir representações pictóricas do fenômeno, debater a respeito

desse e tomar consciência de sua complexidade para também entender o mundo microscópico e sua relação com o mundo macroscópico.

- ii) Tomar consciência de suas concepções alternativas e superá-las.
- iii) Compreender a importância do ensino investigativo, do laboratório investigativo e da argumentação científica para o desenvolvimento das habilidades investigativas.
- iv) Planejar uma atividade de ensino investigativo envolvendo evaporação para ser implementada no contexto das aulas da 3ª série do Ensino Fundamental I.
- v) Incorporar laboratórios investigativos em suas aulas.
- vi) Entender a epistemologia e o fazer da Ciência.
- vii) Desenvolver seu conhecimento do conceito científico.
- viii) Perceber os problemas relacionados ao ensino tradicional de Ciências e as possibilidades de outros encaminhamentos metodológicos.

Na tabela 4 verifica-se a proposta de formação em serviço estruturada em dez encontros sendo que esses totalizaram cerca de 20 horas.

Conforme se verifica na tabela 4 a proposta de formação é composta basicamente de quatro momentos. Em primeiro lugar verifica-se atividades (nos encontros 1 a 4) nas quais as professoras deveriam produzir textos e representações pictóricas para explicitar o comportamento molecular na situação-problema envolvida. Nesses encontros foram sondados os conhecimentos que as professoras tinham a respeito da evaporação. Além disso, foram criadas situações para gerar o debate acerca das representações pictóricas produzidas pelas professoras.

Com isso, objetivou-se detectar as principais concepções alternativas apresentadas pelas professoras nesse tópico e favorecer a tomada de consciência acerca da complexidade do processo de evaporação e do comportamento microscópico da matéria.

Também se objetivou construir os conceitos de interação intermolecular e energia cinética molecular, sua relação com o comportamento macroscópico da matéria e com o fenômeno de evaporação e com isso desenvolver o conhecimento científico das professoras.

Tabela 4. Proposta de formação em serviço visando o ensino de argumentação a partir do fenômeno de evaporação.

1. Sondagem de concepções a respeito do fenômeno de evaporação

Conteúdo: Coleta de dados acerca das representações que as professoras faziam a respeito da evaporação da água.

Estratégias: Produção de representações pictóricas e textos acerca da evaporação da água em sistema fechado a 1°C, 5°C, 25°C e 100°C. Socialização das representações pictóricas e textos visando a argumentação.

Objetivos: Sondar as concepções e o conhecimento do conteúdo das professoras a respeito do fenômeno de evaporação. Favorecer o debate e a tomada de consciência acerca da complexidade do processo de evaporação.

2. Experimento de evaporação – Experimento (1)

Conteúdo: Realização de uma demonstração investigativa envolvendo a evaporação de diferentes substâncias (água, etanol e acetona). Coleta de dados acerca das representações que as professoras faziam a respeito da diferença na velocidade de evaporação dessas substâncias.

Estratégia: Parte (I) - Produção de representações pictóricas e socialização dessas representações fomentando o debate. As professoras deveriam explicar o porquê de haver diferenças na velocidade de evaporação. Parte (II) – Análise de representações pictóricas e textos produzidos por estudantes do 3º ano do Ensino Médio acerca da mesma situação-problema apresentada no encontro 1. Emissão de juízo de valor acerca dessas representações.

Objetivos: Sondar as concepções e o conhecimento do conteúdo das professoras a respeito do fenômeno de evaporação e a presença de concepções enganosas. Introduzir o conceito de agitação molecular e o significado físico de temperatura. Construir a ideia de que a estrutura molecular e as interações moleculares causam influência no fenômeno de evaporação. Favorecer o debate e a tomada de consciência acerca da complexidade do processo de evaporação e dos fatores que o influenciam. Desenvolver habilidades investigativas e propiciar a construção de um modelo explicativo para o fenômeno de evaporação alinhado com o conhecimento científico.

3. Fechamento das discussões do experimento (1) e realização do Experimento (2)

Conteúdo: Retomada das discussões do encontro (2) a partir da pergunta: Por que há diferentes velocidades de evaporação entre água, acetona e etanol. Aquecimento do ar atmosférico encapsulado (Experimento 2).

Estratégia: A partir da fórmula estrutural plana das moléculas de acetona, etanol e água pedir para que as participantes explicassem as diferenças nas velocidades de evaporação desses compostos.

Objetivos: Introduzir o conceito de interação intermolecular e sua relação com o fenômeno de evaporação. Favorecer a tomada de consciência acerca de como as interações intermoleculares se relacionam com o comportamento das substâncias nas diferentes fases da matéria. Propiciar a tomada de consciência que o comportamento macroscópico da matéria é resultado das interações em nível microscópico.

4. Definição do conceito de temperatura, identificação e análise de concepções espontâneas

Conteúdo: Produção de desenhos e textos para representar e explicar o ponto de vista microscópico do experimento 2. Socialização dos desenhos e textos fomentando o debate entre as professoras. Identificação e análise de concepções enganosas de estudantes do 3º ano da graduação em Química, acerca do experimento 2.

Estratégia: Parte (I) - Realização novamente do experimento 2 para que as professoras produzam desenhos e textos para descrever o comportamento microscópico das moléculas durante esse experimento e definirem o conceito de temperatura. Essas serão socializadas de modo que as professoras possam expor e discutir seus pontos de vista. Como ponto de partida para definir esse conceito será lançada a pergunta: O que a temperatura mede? Parte (II) – Projecção de slide contendo imagem de desenhos e textos de estudantes da graduação em Química a respeito do experimento 2 para as professoras julgarem se esses representavam adequadamente o fenômeno.

Objetivos: Construir o conceito de temperatura e seu significado físico. Propiciar a compreensão de que mudanças na energia cinética das moléculas são verificadas por meio da medida de temperatura. Apresentar as representações pictóricas como uma ferramenta de diagnóstico das concepções enganosas dos estudantes.

5. Apresentação de proposta de ensino investigativo – Separação de água presente em solução de $\text{CuSO}_4(\text{aq})$

Conteúdo: Apresentação de uma situação-problema que as professoras tiveram de resolver experimentalmente. Essa situação consistia em separar a água contida em uma solução aquosa de sulfato de cobre a partir de alguns materiais e vidrarias presentes no laboratório.

Estratégia: Parte (I) – Apresentação da situação-problema para as professoras. Parte (II) – Atividade “mão-na-massa”: desenvolvimento do trabalho experimental – elaboração do plano de trabalho; levantamento de hipótese; teste de hipótese. Parte (III) – Discussão em grupo para revisão dos dados obtidos, desenho de propostas de *design* experimental para replanejamento das próximas etapas da investigação. A situação-problema foi estruturada na seguinte questão de investigação: *Como proceder, empregando os materiais citados e outros materiais que julgue necessário, para separar a água do sulfato de cobre na solução-problema tornando-a incolor?*

Objetivos: Propiciar a vivência com laboratório investigativo a partir de um problema aberto - Grau IV (conforme proposto por Pella, 1969); favorecer a argumentação a respeito dos conceitos envolvidos; desenvolver habilidades investigativas; desenvolver a compreensão de que o erro, a tomada de consciência, e superação do erro são partes importantes do processo de aprendizagem.

CONTINUA

6. Separação de água presente em solução de $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ – Otimização do processo

Conteúdo: Otimização da situação-problema resolvida no encontro 5. Proposição de *design* experimental para automatizar e otimizar o processo de separação da água. Rediscussão de todos os resultados experimentais.

Estratégia: Parte (I) – Rediscussão dos resultados do encontro 5. Parte (II) – Atividade “mão-na-massa”: desenvolvimento do trabalho experimental – elaboração do plano de trabalho; levantamento de hipótese; teste de hipótese para otimizar a separação da água realizada no encontro 5. Parte (III) – Discussão em grupo para revisão dos dados obtidos, desenho de propostas de *design* experimental para replanejamento das próximas etapas da investigação. A situação-problema foi estruturada na seguinte questão de investigação: *Como otimizar a separação da água do sulfato de cobre na solução-problema de modo que após a montagem experimental não fosse necessário manusear os materiais para obter a separação da água?* Parte (IV) – Discussão geral da prática experimental em que as participantes falaram **como** separaram a água e **porque** foi possível separar. Parte (V) – Discussão da relação entre essa prática experimental e as aulas acerca do fenômeno de evaporação.

Objetivos: Propiciar a vivência com laboratório investigativo a partir de um problema aberto - Grau IV (conforme proposto por Pella) e como a resolução de um problema aberto pode melhorar o aprendizado do conteúdo evaporação; desenvolver a compreensão de que o erro, a tomada de consciência, e superação do erro é parte importante do processo de aprendizagem. Entender o fazer e a epistemologia da ciência.

7. Apresentação dos conceitos *Doing Science* e *Doing School*

Conteúdo: Elaboração individual de desenho e texto representando e explicando a montagem experimental desenvolvida no encontro 6. Projeção do vídeo do LAPEF: o problema do barquinho.

Estratégia: Parte (I) – Atividade de produção de desenho e produção de texto explicando **como** o experimento foi feito e **porque** com aquela montagem experimental foi possível obter o resultado desejado. Parte (II) – Apresentação dos conceitos *Doing Science* e *Doing School* – projeção do vídeo do LAPEF: o problema do barquinho. O vídeo foi visto duas vezes pelas professoras. Na primeira vez elas apenas assistiram ao vídeo. Na segunda vez elas foram convidadas a assistir o vídeo parando-o nos momentos que sentissem o desejo de fazer comentários, questionamentos ou estabelecer algum paralelo com suas aulas.

Objetivos: Apresentar os problemas que ocorrerem no ensino de Ciências e outros encaminhamentos metodológicos para as aulas dessa disciplina. Propiciar a análise crítica das aulas frente aos conceitos *Doing Science* e *Doing School*. Sondagem das concepções das participantes da pesquisa acerca do ensino de Ciências. Favorecer a incorporação do laboratório investigativo nas aulas das professoras polivalentes. Entender o fazer e a epistemologia da ciência.

8. Criação de atividade de laboratório investigativo envolvendo o ciclo da água

Conteúdo: Apresentação dos pontos principais do registro em vídeo do encontro 5 e introdução a criação de atividade de laboratório investigativo para a construção do conceito de evaporação.

Estratégia: Parte (I) – apresentação dos registros em vídeo dos pontos principais da resolução da situação-problema proposta no encontro 5. As professoras foram estimuladas a parar o vídeo e fazer comentários toda vez que sentissem o desejo de fazê-lo (técnica *stimulated recall* – Nilsson, 2008). Parte (II) – introdução à produção individual de desenho e texto para planejar uma atividade de laboratório investigativo, com grau IV segundo Pella (1969), envolvendo o ciclo da água. Discussão entre as professoras e PQRf de como elaborar uma atividade de laboratório investigativo.

Objetivos: Reforçar a importância do erro e da superação desse para construção de conhecimento. Apresentar as principais características de uma atividade de laboratório investigativo. Favorecer o debate acerca dos obstáculos e limitações técnicas e de segurança ao elaborar um laboratório investigativo envolvendo o ciclo da água e como superar essas limitações. Favorecer a incorporação do laboratório investigativo nas aulas das professoras polivalentes. Entender o fazer e a epistemologia da ciência e favorecer a incorporação do laboratório investigativo nas aulas das professoras polivalentes.

9. Criação de atividade de laboratório investigativo envolvendo o conceito de evaporação

Conteúdo: Apresentação de propostas individuais de atividades de laboratório investigativo, discussão da viabilidade técnica das propostas.

Estratégia: Discussão em grupo, mediada por PQRf, para socialização das propostas individuais para construção de uma proposta única. As professoras foram estimuladas a construir propostas de atividades do grupo e discutir os prós e contras de cada proposta experimental.

Objetivos: Estruturar uma situação-problema adequada aos objetivos da aula e à faixa etária dos estudantes, visando elaborar propostas para atender atividades experimentais de grau de liberdade intelectual IV (Pella, 1969). Seleção dos materiais a serem empregados em cada proposta experimental. Alinhar as propostas das professoras com uma atividade de laboratório investigativo na qual: (i) sejam apresentados os materiais; (ii) esteja presente a situação-problema devidamente estruturada; (iii) seja feito um planejamento de implementação dessa atividade em que os estudantes possam relatar como e porque foi possível atingir o resultado experimental. Entender o fazer e a epistemologia da ciência e favorecer a incorporação do laboratório investigativo nas aulas das professoras polivalentes.

10. Criação de atividade de laboratório investigativo envolvendo o conceito de evaporação

Conteúdo: Seleção e teste de uma proposta experimental segura para ser realizada pelos estudantes. Atividade mão na massa para teste da segurança e adequação da proposta experimental.

Estratégia: Fornecimento dos materiais selecionados por cada professora no encontro 9. Atividade mão na massa para montagem e teste da proposta experimental. Discussão em grupo, mediada por PQRf, para construção de uma proposta unificada para a aula de laboratório investigativo.

Objetivos: Testar a aplicabilidade da atividade experimental no contexto da polivalência, avaliar o grau de segurança da prática experimental para a faixa etária dos estudantes. Favorecer o aumento no grau de segurança das professoras para trabalhar com atividades experimentais. Definição das estratégias de implementação da aula de laboratório investigativo de grau (IV). Entender o fazer e a epistemologia da ciência e favorecer a incorporação do laboratório investigativo nas aulas das professoras polivalentes.

Embora nos encontros 1 a 4 verifica-se uma forte presença de diagnóstico e intervenção em questões conceituais, objetivou-se ainda desenvolver nas professoras habilidades investigativas e apresentar as representações pictóricas como uma ferramenta de diagnóstico das concepções dos estudantes e fomentadora da argumentação científica.

Nessas atividades as professoras também deveriam levantar hipóteses, propor testes de hipóteses e realizar a experimentação adequada para comprovação ou abandono de hipótese. Nesse contexto, o trabalho do PQRF era apenas mediar as discussões sem fornecer respostas prontas aos questionamentos das professoras. Assim, PQRF restringia-se apenas a selecionar e fornecer as informações necessárias para fomentar a argumentação e manter a investigação em andamento.

Nos encontros 5 e 6 as professoras foram envolvidas em uma proposta de ensino investigativo na qual foi apresentada apenas uma situação-problema e alguns materiais que poderiam ser empregados para resolver essa situação. No encontro 5 as professoras deveriam separar a água presente em uma solução de sulfato de cobre (CuSO_4) empregando os materiais apresentados e/ou outros que julgassem necessários para a resolução.

No encontro 6 lhes foi solicitado que, além de realizar a separação, essa deveria ser otimizada e automatizada de modo a obter o melhor rendimento possível durante a experimentação sem que após a montagem experimental fosse necessário manusear novamente o experimento para separar a água.

Sendo assim, com essa proposta de laboratório investigativo criou-se uma situação-problema com grau de liberdade intelectual IV (Pella, 1969), na qual os participantes da atividade recebem do professor apenas uma situação-problema para ser resolvida e devem:

- i) desenvolver o plano de trabalho;
- ii) obter os dados;
- iii) levantar, testar e refutar hipóteses;
- iv) propor as conclusões.

A partir dessas atividades objetivou-se desenvolver o espírito investigativo, as habilidades investigativas e a compreensão de que o erro, a tomada de consciência e a superação do erro são partes importantes da epistemologia da Ciência.

No encontro 7 PQRF apresentou às professoras os conceitos de *Doing Science* (Fazendo Ciência) e *Doing the lesson* (Fazendo a lição) propostos por Jimenez-Aleixandre; Rodrigues; Duschl (2000). Para exemplificar esses conceitos foi

apresentado o vídeo do “barquinho” desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física – LAPEF da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

Nesse encontro as professoras tiveram a oportunidade de assistir ao vídeo e discutir a respeito dos aspectos pedagógicos relacionados à aula. Com a finalidade de expandir a compreensão acerca dos conceitos de Fazer Ciência e Fazer escola, bem como aprofundar a ideia de laboratório investigativo, as professoras assistiram novamente ao vídeo. Contudo, nesse momento foi empregada a técnica de *stimulated recall* (lembança estimulada) (NILSSON, 2008).

Assim, foi solicitado às professoras que parassem o vídeo em qualquer momento em que a situação surgida naquele momento despertasse o desejo de comentar a respeito. Com isso, objetivou-se desencadear um processo de análise crítica da aula investigativa e a tomada de consciência dos principais aspectos envolvidos nesse tipo de aula considerando o conceito Fazer Ciência (JIMENEZ-ALEXANDRE; RODRIGUES; DUSCHL, 2000).

Nos encontros 8, 9 e 10 as professoras foram convidadas a criar uma atividade de laboratório investigativo, envolvendo o conteúdo ciclo da água, para ser aplicada aos estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental I.

As professoras foram incentivadas a desenvolver uma atividade que se assemelhasse à situação-problema que foi desenvolvida no encontro 6, contudo, essa deveria ser adequada ao 3º ano do Ensino Fundamental I.

Desse modo, no *design* dessa atividade as professoras deveriam considerar o grau de dificuldade da situação-problema e questões de segurança durante a experimentação.

Cabe ressaltar que como ponto de partida no encontro 8 as professoras assistiram aos registros em vídeo feitos no encontro 5. Durante a apresentação desses registros foi empregada a técnica da lembrança estimulada já comentada (NILSSON, 2008) e as professoras foram novamente convidadas a parar o vídeo e fazer comentários caso identificassem algum episódio interessante que gerasse o desejo de comentar. Feito isso, foi iniciado o *design* das propostas experimentais com a produção de textos e desenhos individuais. Esses textos e desenhos foram utilizados para fomentar uma discussão de qual deve ser a estrutura de uma atividade de laboratório investigativo.

No encontro 9 as professoras foram estimuladas a produzir propostas de atividades individuais, discutir os prós e contras da implementação dessas atividades, selecionar os materiais e vidrarias que deveriam ser fornecidos aos estudantes durante a aula prática.

No encontro 10 as professoras foram estimuladas a produzir uma atividade única, com base nas atividades individuais propostas no encontro 9. Nesse encontro objetivou-se estruturar uma proposta, construída pelo grupo, em que se apresentasse uma situação-problema adequada à faixa etária dos estudantes e que ao mesmo tempo tivesse o grau de liberdade intelectual IV.

Sendo assim, foi solicitado às professoras que testassem suas propostas e escolhessem a mais adequada aos estudantes. Nesse contexto foi favorecido que as professoras verificassem, por meio de uma atividade mão na massa, a aplicabilidade da atividade experimental e o grau de segurança do experimento.

Além disso, objetivou-se, com a atividade mão na massa, aumentar o grau de confiança dessas professoras para implementar o laboratório investigativo em sua prática docente.

Com isso, verifica-se que entre os encontros 5 a 10 tem-se com principais objetivos: favorecer a compreensão da importância do ensino investigativo, do laboratório investigativo e da argumentação científica no ensino de Ciências e no desenvolvimento das habilidades investigativas; fomentar a incorporação de laboratórios investigativos e da argumentação nas aulas das professoras polivalentes; favorecer que essas professoras entendessem a epistemologia e o fazer da Ciência e o potencial do erro no processo de ensino e aprendizagem.

É importante destacar que durante todos os encontros PQRF manteve uma cópia da tabela 4. Essa cópia foi consultada antes e durante os encontros por esse professor. Com isso PQRF podia verificar qual era o conteúdo do encontro, as estratégias definidas para aquele conteúdo e os objetivos de cada encontro. Desse modo, podia observar se os objetivos estavam sendo cumpridos e alinhar a ação docente de modo a cumprir esses objetivos.

Destacamos que o conteúdo da tabela 4, nesse contexto, serviu apenas como um mapa do trajeto a ser seguido em cada encontro de modo a nortear a ação docente definindo claramente as estratégias e os objetivos. Lembramos que sua construção ocorreu juntamente com PQRF e que sua aplicação não ocorreu como uma “receita de bolo” do que fazer em cada encontro.

2.5. Metodologia de análise

Essa pesquisa se insere dentro da abordagem de pesquisa qualitativa e emprega os referenciais pertinentes para tal (ANDRÉ, 2007; MOREIRA, 2002; LÜDKE e ANDRÉ, 1986). Dentro da abordagem qualitativa este trabalho se caracteriza como um estudo de caso uma vez que está focado em pesquisar uma situação singular

(LÜDKE e ANDRÉ, 1986).

Conforme pontuam essas autoras (LÜDKE e ANDRÉ, 1986) os estudos de caso apresentam ainda as sete características elencadas a seguir:

- 1) Visam a descoberta.
- 2) Enfatizam a interpretação do contexto.
- 3) Buscam retratar a realidade completa e profundamente.
- 4) Empregam várias fontes de informação.
- 5) Revelam a experiência vicária e permitem generalizações.
- 6) Representam os pontos de vista em conflito numa situação social.
- 7) Apresentam relatos que usam uma forma de linguagem mais acessível se comparados a outros relatórios de pesquisa.

Com base nessas características verificamos que em um estudo de caso leva-se em conta o contexto em que o caso se desenvolve. Desse modo, há uma forte preocupação, nesse tipo de pesquisa, em retratar a complexidade que envolve uma determinada situação.

A coleta de todos os dados ocorreu entre fevereiro de 2012 e setembro de 2014. Essa seleção de fontes de dados está relacionada aos interesses dessa pesquisa. Dessa forma com o conjunto de dados obtidos a partir dos itens (a, b, c, e d) foi investigado o contexto em que as aulas acerca de evaporação e ciclo da água ocorriam.

Especificamente investigou-se a formação básica dessas professoras e a relação que essas fizeram com os conteúdos de Ciências ao longo dessa formação e como essa relação se processou durante as aulas na polivalência.

As entrevistas foram transcritas e submetidas a análise para categorização. Ressalta-se que essas entrevistas foram conduzidas para identificar de que modo as professoras sentiam-se em relação à sua formação científica básica e à formação acadêmica para lecionar Ciências na polivalência. Sendo assim, objetivou-se compreender quais são os principais aspectos de sua formação que influenciam sua prática docente, sua relação com o material didático escrito, sua relação com PB e ter mais subsídios para planejar os encontros para formação em serviço.

Foi investigado ainda em qual contexto o material didático escrito utilizado pelas professoras influenciava os trabalhos em sala de aula, que tipo de atividades de laboratório esse material propunha e que tipo de concepção acerca do ensino de Ciências era apresentada.

Sendo assim, foram realizadas várias leituras desse material de modo a favorecer a tomada de consciência por parte do pesquisador acerca do contexto em que essa pesquisa se desenvolveu.

Nessa análise foi dada ênfase ao grau de liberdade intelectual (PELLA, 1969) que é dado aos estudantes nas atividades de laboratório. Desse modo foi verificado dentro de cada proposta experimental qual deveria ser o papel dos estudantes e do professor durante a execução do trabalho experimental.

Ainda em relação ao material didático escrito investigou-se a presença de concepções alternativas ao longo do texto. Deste modo, o texto foi analisado para identificar argumentos que apresentavam incorreções do ponto de vista da Ciência.

Investigou-se também qual a influência das aulas ministradas por PB na prática docente e sua influência sobre o conhecimento do conteúdo das professoras.

Assim, objetivou-se conhecer quais eram as concepções alternativas que permeavam as aulas de evaporação e ciclo da água nesse contexto. Dessa maneira, intentou-se detectar a presença dessas concepções no discurso das professoras e suas possíveis fontes de origem e como a relação com PB influencia as professoras polivalentes.

Em suma esse conjunto de dados propiciou de modo geral conhecer qual era o contexto, em relação às professoras polivalentes que participaram da formação em serviço.

Ressaltamos a importância do conhecimento desse contexto por parte do pesquisador. A partir disso foi possível ter uma visão mais ampla acerca de vários aspectos relacionados à formação, concepções e conhecimentos das professoras que favoreceram as escolhas de estratégias e tomadas de decisão ao longo do planejamento da formação em serviço.

A partir desse conhecimento foi possível identificar ainda as demandas e obstáculos que PQRF deveria lidar com a finalidade de engajar as professoras em atividades investigativas e argumentação científica.

Foi investigado também como as interações que ocorreram no planejamento da formação em serviço e durante a formação em serviço contribuíram no desenvolvimento do PCKarg de PQRF.

Os registros audiovisuais foram analisados e divididos em episódios interativos. Adotou-se no presente trabalho a definição de episódio interativo dada por Mortimer e Machado (2000), conforme verifica-se no texto a seguir retirado do trabalho desenvolvido por Mortimer e Santos (2009):

Adotamos neste trabalho, a definição de episódio como recortes de sequências discursivas relacionadas ao foco central da investigação (GOES, 2000; MORTIMER, 2000). Situações significativas que interessam à investigação como por exemplo, explicações dos estudantes, introdução de ASC Mortimer e Santos (2009):⁴ não previstos no planejamento etc., tendem a ocorrer no contexto definido por outros enunciados. Este contexto maior, que é responsável pelo aparecimento dessas situações significativas pode ser definido como um “episódio” de construção de significados em sala de aula (MORTIMER, 2000). No nosso caso, esses recortes correspondem a sequências de interações discursivas entre o professor e alunos durante as aulas em que algum ASC estava sendo abordado. Essas interações possibilitam a emergência de aspectos que auxiliaram na identificação dos três objetivos desta investigação.

Com base nisso, nosso olhar estava orientado para identificar episódios interativos, nos registros em vídeo, nos quais possam ser verificados momentos em que partes importantes do contexto da pesquisa são abordadas ou o PCKarg de PQRF esteja sendo desenvolvido.

Para avaliar o desenvolvimento do PCKarg empregou-se o modelo proposto por Grossman (1990) com a finalidade de guiar nossa visão durante a identificação, seleção e análise desses dados. Desse modo, os registros em vídeo foram (re)vistos para identificar os episódios interativos em que os elementos estruturais do modelo estivessem presentes.

Contudo, por tratar-se de uma análise do PCK foram recortadas e transcritas apenas as sequências discursivas em que alguma das quatro áreas do conhecimento de professores (GROSSMAN, 1990) dentro do conhecimento pedagógico do conteúdo (Conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico, Conhecimento da compreensão dos estudantes, Conhecimento curricular e o Conhecimento de estratégias instrucionais), estava presente na argumentação gerando o que Mortimer e Santos (2009) definiram como situações significativas que interessam a investigação.

Assim, foram analisados os episódios interativos (MORTIMER e SANTOS, 2009) em que os elementos do PCK segundo Grossman (1990) foram identificados. Esses elementos foram caracterizados como mostrado abaixo no Quadro 4.

Com isso é possível verificar que áreas do modelo estavam presentes no início da investigação e como essas áreas foram sendo incorporadas ao longo do processo. Além disso, é ainda possível verificar quais áreas surgiram durante a formação em serviço e as que não surgiram ou não foram afetadas na interação entre as professoras e PQRF.

⁴ ASC é a sigla empregada para abreviar Aspectos Sociocientíficos.

Quadro 4. Elementos do PCK no Modelo de Grossman caracterizados com base na literatura.

Conhecimento pedagógico do conteúdo			
Conhecimento dos propósitos para ensinar um conteúdo específico	Conhecimento da compreensão dos estudantes	Conhecimento do currículo	Conhecimento de estratégias instrucionais
Conhecimento e concepções a respeito dos propósitos relacionados a determinado conteúdo. Isso implica em ter determinadas concepções do que deve ser ensinado ao lecionar um tópico específico e como esse tópico deve ser lecionado (GROSSMAN, 1990).	Conhecimento a respeito das concepções alternativas que os estudantes apresentam em um determinado conteúdo. Conhecimento do que os estudantes já sabem e do que eles provavelmente irão achar complicado. Conhecimento de como identificar se os estudantes estão ou não compreendendo algo (GROSSMAN, 1990).	Conhecimento das dimensões horizontal e vertical do currículo e dos materiais curriculares disponíveis para ensinar um tópico particular (GROSSMAN, 1990).	Domínio de um repertório rico em metáforas, experimentos atividades ou explicações que favorecem o entendimento de um tópico em particular. (GROSSMAN, 1990). Conhecimento das estratégias que favorecem a criação de um ambiente para favorecer a argumentação científica (McNEILL e KNIGHT, 2013). Saber formular questões que favorecem a argumentação (SIMON, ERDURAN; OSBORNE, 2006).

A partir das descrições mostradas no quadro 4 foram feitas análises exaustivas dos registros audiovisuais dos encontros entre PQ e PQRf e dos encontros 1 e 2 entre PQ e as professoras polivalentes.

Foram analisados apenas os encontros 1 e 2 porque, a partir da triangulação desses dados com os dados dos encontros com PQ, das análises dos CoRes elaborados por PQRf, da entrevista com esse professor e dos registros em vídeo das discussões durante a construção do mapa conceitual a respeito da argumentação científica foi possível ter um panorama do desenvolvimento do PCKarg de PQRf e dos fatores que causaram esse desenvolvimento.

Dessa forma, nos registros audiovisuais, foram identificados e isolados os turnos em que os elementos presentes no quadro 4 estavam sendo discutidos. Com isso foi investigado quais aspectos em todos esses encontros promoveram o desenvolvimento do PCKarg de PQRf e de que modo esse desenvolvimento ocorreu.

Com os itens (g, h e i) investigou-se quais concepções PQRf ainda mantinha acerca do ensino investigativo e da argumentação científica, dois anos após a última interação com as professoras. Com isso, objetivou-se investigar quais concepções foram retidas por maior tempo e quais as prováveis causas dessa retenção.

Os registros em vídeo dos encontros entre PQ e PQRf também foram analisados para identificar quais as concepções acerca do fenômeno de evaporação e possíveis erros conceituais apresentados por PQRf.

Assim, foi analisado como o conhecimento do conteúdo específico influencia o trabalho com argumentação científica e como o desenvolvimento desse conhecimento impacta o desenvolvimento do PCKarg.

Embora as aulas de evaporação e ciclo da água de todas as professoras polivalentes participantes tenham sido registradas em vídeo é importante destacar que

apenas a aula da professora P4 foi analisada. Isso ocorreu porque as aulas das demais professoras possuem uma estrutura semelhante à aula de P4 e o comportamento apresentado pelas demais professoras sofria forte influência da prática docente de P4 uma vez que essa era a professora com mais tempo de magistério e por conta disso assumia uma certa liderança no grupo.

A transcrição dos registros do encontro 1 para formação em serviço gerou dados importantes para essa pesquisa. Com esse bloco de dados objetivou-se identificar as principais concepções alternativas relacionadas ao ensino de evaporação apresentadas pelas participantes desta pesquisa. Foi objetivado ainda identificar a influência de PB e do material didático escrito sobre o conhecimento do conteúdo das professoras.

Esses dados foram triangulados com os dados obtidos nas transcrições da aula de laboratório ministrada por PB e com os dados obtidos a partir da análise do material didático escrito.

Destaca-se ainda que apenas os encontros 1 e 2 foram transcritos e analisados pois esses apresentam a estrutura do trabalho desenvolvido em todos os encontros e portanto são representativos do papel desenvolvido por PQRF ao conduzir laboratórios investigativos e a argumentação científica.

As entrevistas foram transcritas e analisadas conforme proposto por Duarte (2004). As transcrições ocorreram imediatamente após as entrevistas terem sido realizadas. Feito isso, essas transcrições passaram por conferência de fidedignidade.

Sendo assim, tendo o texto transcrito em mãos, o pesquisador assistiu novamente o registro em vídeo acompanhando e conferindo cada frase, interrupções, mudança de entonação etc. Cada entrevista foi transcrita e lida antes de ser feita qualquer análise.

Também foram feitas pequenas edições das entrevistas de modo que erros gramaticais, vícios de linguagem, frases excessivamente coloquiais, repetições e cacoetes foram corrigidos na transcrição.

Na análise a entrevista foi fragmentada de modo a segmentar as falas dos entrevistados em unidades temáticas. A partir disso, foram criadas unidades temáticas que surgiram a partir da fala dos entrevistados.

Como as entrevistas empregadas nessa pesquisa foram abertas e semiestruturadas a análise feita a partir da criação de unidades temáticas é um modo de análise mais adequado para lidar com esse tipo de dados (DUARTE, 2004).

Destacamos que algumas das unidades temáticas foram elencadas a partir dos objetivos da pesquisa e portanto foram criadas antes das entrevistas ocorrerem conforme podemos observar na figura 9. Por outro lado, outras foram criadas no

momento da análise devido à identificação pelo pesquisador de conteúdos recorrentes nas falas dos entrevistados.

Na perspectiva deste trabalho concordamos com o alerta feito por Duarte (2004) acerca da confiabilidade das informações que são coletadas durante as entrevistas:

Muitas vezes o entrevistado “encena um personagem” que, intuitivamente, percebe que o pesquisador deseja que ele seja ou diz o que acredita que o pesquisador gostaria de ouvir. Assim, nem tudo o que o informante diz deve ser tomado como “verdade”, trata-se da verdade dele, do ponto de vista dele, que precisa ser confrontado com outros olhares e com a prática observada no campo pelo pesquisador.

Com base nesses pressupostos Duarte (2004) afirma que a “manufatura” das informações obtidas a partir das entrevistas deve ser compartilhada com os entrevistados a fim de conferir se as hipóteses formuladas a partir desses dados são corroboradas por aqueles que vivenciaram diretamente as circunstâncias investigadas.

Afirma-se ainda que os resultados devem ser cruzados com resultados de campo, dados quantitativos (caso existam), e informações adicionais a fim de obter uma visão mais ampla da situação sob investigação.

Ressaltamos que todos esses pressupostos foram levados em consideração no momento da análise dos dados deste trabalho.

CAPÍTULO 3. O CONHECIMENTO DO CONTEXTO

A seguir serão apresentados alguns aspectos, que influenciavam a prática docente das professoras polivalentes no momento em que os dados foram coletados. Embora parte dos aspectos apresentados aqui já foi objeto de análise e, portanto, poderiam ser colocados no item resultados, optamos por apresentá-los neste capítulo porque, além de influenciar as professoras, causaram influência no planejamento da formação em serviço e estavam presentes nas interações entre PQRF e as professoras polivalentes.

Ressaltamos que ao longo das interações entre PQ e PQRF esses aspectos foram apresentados e discutidos de modo que PQRF tomasse consciência da importância do contexto que envolvia a prática docente das professoras para que fosse considerado tanto no momento de planejar a formação em serviço quanto nas interações com as professoras polivalentes.

Dessa forma, podemos inferir que o conhecimento desses aspectos aumentou o conhecimento de PQRF acerca do contexto que envolvia a prática docente das participantes desta pesquisa e consequentemente influenciou o desenvolvimento do PCKarg desse professor.

3.1. O material didático escrito

Conforme mostrado na figura 7 o material didático escrito e apresentado neste trabalho é constituído de duas apostilas. O manual do professor (Figura 7A) e o livro-texto (Figura 7B) que é empregado por professores e estudantes no momento das aulas.

3.1.1 O manual do professor

O manual do professor apresenta, segundo os autores, apenas algumas sugestões de organização do trabalho pedagógico em Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História e Geografia. Em sua estrutura encontramos:

- a) os princípios norteadores da obra;

- b) os princípios norteadores do ensino de cada disciplina;
- c) a organização do material;
- d) orientações gerais;
- e) os blocos de aulas;
- f) a bibliografia.

Nos princípios norteadores os autores propõem que a relação entre professores e estudantes e dos estudantes entre si, dentro do espaço escolar é fundamental, pois consideram que a apropriação do conhecimento ocorre com a contribuição de todos os atores que interagem no ambiente escolar. Com isso, afirmam que os professores devem criar situações de aprendizagem que incentivem a troca de diferentes pontos de vista de modo a contribuir para a formação dos sujeitos.

Ao finalizar esse texto os autores sugerem como bibliografia para aprofundamento desses conceitos os livros:

- (i) A formação social da mente (VYGOTSKY, 1984).
- (ii) Psicologia e trabalho pedagógico (FONTANA E CRUZ, 1997).

Dessa forma, analisou-se os demais tópicos do manual com a finalidade de avaliar se a proposta para o ensino de Ciências (organização do material, atividades experimentais e orientações gerais) está alinhada com aquilo que se propõe para o ensino construtivista e se há coerência entre os princípios norteadores para o Ensino de Ciências e o que se sugere como atividades experimentais no escopo desse material. Além disso, objetiva-se conhecer que tipo de concepções, acerca do ensino de Ciências são veiculadas nesse material, se essas estão presentes na práxis docente das participantes dessa pesquisa e se esse material dá subsídios para a realização de uma aula que atenda os objetivos elencados no próprio manual.

Nesse manual observa-se que os princípios norteadores para o ensino de Ciências foram propostos com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o segmento de 1ª a 4ª ano do Ensino Fundamental. Resumidamente verifica-se que os autores afirmam que os estudantes, nesse nível de ensino, devem desenvolver as seguintes capacidades:

- a) compreender a natureza da Ciência;
- b) identificar a relação entre Ciência e tecnologia;
- c) formular questões e propor soluções para problemas reais;
- d) utilizar conceitos científicos básicos;
- e) combinar leituras, observações, experimentos e registros para coleta, organização e discussão das informações;
- f) valorizar o trabalho em grupo.

Podemos identificar que é proposta uma organização da situação de sala de aula voltada para ensino investigativo e argumentativo, uma vez que se constata a sugestão de que os estudantes devem ser levados a formular questões e solucionar problemas reais, por meio de experimentação, observação, coleta, registro, organização de dados e discussão das informações obtidas.

No tópico organização do material discute-se a importância da criação de situações de aprendizagem e do uso de estratégias e dinâmicas para apresentar aos estudantes os conteúdos de modo que eles sejam capazes de comparar, investigar e aplicar o conhecimento em contextos diferentes.

Admite-se que os estudantes podem ser construtores de seu conhecimento empregando, em sala de aula, a linguagem plástica, verbal e escrita. Assim, evidencia-se a importância do desenho, do trabalho em grupo e das atividades orais no processo de ensino-aprendizagem.

Os blocos das aulas foram estruturados a partir do tema central “construção de moradias”. O tópico construção de moradias configura-se em um tema gerador do qual derivam os demais temas. Deste modo, os conteúdos foram divididos em três blocos:

- 1) Construindo uma casa
- 2) Estudando o tempo
- 3) Instrumentos usados na previsão do tempo

Neste trabalho foi discutido apenas o bloco 2 devido a esse estar diretamente relacionado com objeto deste estudo. Ao iniciar a apresentação do bloco estudando o tempo, os autores elencam como objetivos:

- I. Compreender o conceito de tempo como um conjunto de fatores físicos e químicos que alteram a temperatura, a umidade do ar e a velocidade dos ventos, num dado momento, em determinado local.
- II. Conhecer a diferença entre tempo e clima.
- III. Compreender o ciclo da água.
- IV. Compreender os estados físicos da água.
- V. Identificar as relações entre os tipos básicos de nuvens e a previsão do tempo.
- VI. Compreender alguns fenômenos atmosféricos, tais como a neve e o granizo.

A apresentação desses objetivos é seguida de três textos. O texto 1 versa a respeito da escolha pela profissão de meteorologista. Nesse não são encontrados conceitos mais elaborados acerca da previsão do tempo. Com isso, conclui-se que as professoras não encontrarão nesse texto, os subsídios para estruturar uma aula com a qual seja possível cumprir os objetivos I, II, V e VI.

O texto 2 está relacionado aos objetivos III e IV, pois discorre a respeito da diferença entre evaporação e ebulição. Trata-se de um texto mais elaborado que discute o processo de vaporização como resultado de uma composição de fatores tais como a energia cinética molecular, ruptura de interações intermoleculares, a pressão atmosférica e a movimentação do ar (vento) no local em que o processo está ocorrendo. Mesmo sendo encontrados, nesse texto, alguns conceitos com potencial para subsidiar o ensino do processo de evaporação e condensação, que são fundamentais para a compreensão do ciclo da água, verifica-se que há pouco a contribuir para o ensino desse conteúdo.

Embora a ideia de agitação molecular e o conceito de energia cinética sejam de fundamental importância na compreensão não só do ciclo da água como também de outros conceitos tais como: a temperatura, a formação nuvens e a precipitação das chuvas, são pouco explorados nesse texto e no manual. Não encontramos uma discussão da relação entre energia cinética e temperatura e nem o que de fato pode ser entendido como temperatura. Uma vez que as professoras polivalentes não possuem uma formação prévia relacionada a esses constructos não é possível que essas, a partir desse texto, compreendam o ciclo da água e os estados da matéria com base em uma visão científica.

Com isso, é importante que as professoras sejam capazes de estabelecer relações entre os níveis microscópico, macroscópico e simbólico para que sejam capazes de organizar e dirigir uma situação de aprendizagem na qual os objetivos III e IV podem ser alcançados.

No texto 3 observa-se uma breve descrição da origem da água que evapora e forma as nuvens no ciclo da água. Contudo, nesse texto é possível encontrar um argumento que pode gerar uma barreira epistemológica para a compreensão do fenômeno do ciclo da água conforme se verifica a seguir:

Grande quantidade de água dos rios, mares e da transpiração das plantas evapora, isto é, passa para o estado de vapor ao ser aquecida pelo sol e devido a ação dos ventos (Apostila Anglo, 2012).

A barreira epistemológica surge na medida em que as professoras assumem como verdade absoluta que sem a presença de luz do sol e vento a evaporação não deve ocorrer. Com essa concepção é desconsiderada a influência da energia cinética molecular mesmo em dias nublados. Desconsidera-se ainda fenômenos cotidianos como por exemplo a secagem das roupa confinadas em ambientes fechados na ausência de luz solar e de ventos. Nesse contexto, essa afirmação poderá estar presente nas aulas e irá gerar nos estudantes a mesma concepção.

Podemos ainda identificar outro problema em relação a afirmação presente na sequência do texto.

Para que uma nuvem formada por bilhões de gotículas se precipite como chuva é necessário que as gotículas se aglutinem em gotas d'água que se compõem de cerca de 1 milhão de gotículas. Isso ocorre em situações específicas como quando a nuvem é envolta por ar em turbulência, que faz as gotículas colidirem entre si, ou quando a temperatura da parte superior da nuvem atinge cerca de 0°C (Apostila Anglo, 2012).

Conforme afirmam Thompson e Logue (2006), a ideia de que as nuvens são formadas apenas por água que precipita na forma de chuva é uma concepção contrária à concepção científica para explicar o fenômeno.

Segundo a concepção científica vigente nuvens são formadas por partículas muito pequenas de água ou gelo que são mantidas pairando no ar devido a ação de correntes de ar em convecção. Essas partículas, devido a condensação, tornam-se maiores, aumentando sua massa, e não podem ser mais sustentadas pelas correntes de convecção e precipitam na forma de chuva, granizo ou neve (THOMPSON e LOGUE, 2006). Ressaltamos ainda que a precipitação de água na forma de chuva depende da saturação de vapor na atmosfera pois quanto maior for essa saturação mais gotículas serão formadas nas nuvens e maior será a formação de gotas de água com massas capazes de vencer as forças de convecção atmosférica e cair na forma de chuva.

Deste modo, identificamos ao menos dois problemas conceituais no texto empregado para explicar a chuva. Em primeiro lugar observamos que nesse argumento está presente a concepção de que coisas leves flutuam e que coisas pesadas caem. Esse concepção foi identificada por Thompson e Logue, 2006 em estudantes entre 7 e 15 anos.

É importante ressaltar que essa proposta contraria o conhecimento científico pois a partir deste considera-se que os objetos caem ou flutuam dependendo da combinação de sua densidade, fluabilidade e efeito da tensão superficial. Assim, citando-se apenas a turbulência ou o resfriamento a temperaturas próximas a 0°C descarta-se esses importantes fatores envolvidos na formação da chuva.

Com base nisso, verifica-se que o manual apresenta aos professores uma concepção enganosa, que pode se ajustar com facilidade ao sistema de concepções desses, incorpora-se em seu repertório para lecionar esse conteúdo e influenciar de modo negativo o aprendizado dos estudantes.

Na sequência, nesse manual, apresentam-se cinco atividades práticas relacionadas ao fenômeno de evaporação e condensação e ao ciclo da água. Essas atividades são propostas para responder as perguntas:

- (i) Como as nuvens se formam?
- (ii) Como ocorre o ciclo da água?

No quadro 5 estão relacionadas essas atividades e os objetivos propostos no material.

Quadro 5. Relação de atividades práticas e objetivos propostos no manual do professor.

Atividade Prática	Objetivo
1	Observar a evaporação da água.
2	Verificar a existência de vapor de água no ar.
3	Observar que o ar quente sobe para atmosfera.
4	Observar que as plantas liberam vapor de água por meio de transpiração.
5	Observar a condensação do vapor de água sobre o espelho.

Como essas atividades estão na seção fazer ciência, presente na apostila de sala de aula, os autores do manual apresentam pequenos textos para subsidiar os trabalhos em aula. Esses textos estão transcritos e são analisados a seguir.

Atividade 1

- a) *Quando a tampa foi colocada sobre a panela, observou-se a formação e gotas líquidas no interior da tampa.*
- b) *Se não fosse colocada a tampa sobre a panela, não seria possível ver as gotículas de água.*
- c) *Quando o vapor de água entra em contato com a tampa da panela, perde a energia devido à diminuição da temperatura e volta ao estado líquido.*

Na atividade 1 foi proposto aquecer água em uma panela até o ponto de ebulição. Os autores procuram evidenciar que ocorre uma mudança de estado (líquido/vapor) devido ao aquecimento e que essa pode ser revertida devido ao resfriamento do vapor na tampa.

Nesse contexto evidencia-se que essa mudança de fase ocorre somente devido ao aquecimento. Em nenhum momento é citado o fato de que o aquecimento deve ser feito para acelerar o processo. Isso tem um impacto negativo nas aulas, pois contribui para que as professoras e os estudantes relacionem o fenômeno de evaporação como algo sempre relacionado à presença de uma fonte de calor. Desse modo, eles irão descartar a contribuição da energia cinética molecular, interações intermoleculares etc. citadas no texto 2 do manual e desconsideradas nas explicações

da atividade 1. Considerando que essas professoras não possuem formação específica na área de Ciências, não há a possibilidade de que elas façam as conexões entre esses conceitos espontaneamente.

No item (c) observa-se que os autores apresentam uma conceituação inadequada quanto à relação entre energia e temperatura. Não fica claro, nesse texto, que a temperatura é apenas uma medida do grau de agitação molecular. Assim, também não fica claro que quando um corpo possui moléculas com maior energia cinética, sua temperatura é maior.

Dessa maneira a afirmação de que o vapor de água entra em contato com a tampa da panela e perde energia devido a diminuição da temperatura possui um problema conceitual. Esse problema está no fato de não explicitar a diferença entre energia e temperatura.

Cabe ressaltar que a condensação somente deve ocorrer caso a energia cinética dos átomos na tampa seja menor do que a energia cinética das moléculas no vapor de água. Embora essa diferença de energia seja medida por meio da temperatura, afirmar que a condensação ocorre devido à diminuição de temperatura equivale a inverter a relação entre a causa e o efeito desse processo.

Em outras palavras isso significa que, para haver condensação deve ocorrer diminuição da energia cinética média das moléculas. Com isso se medirmos a temperatura da substância antes e depois da condensação veremos uma diminuição de temperatura. Dessa forma constata-se que esse texto não possui elementos para subsidiar o trabalho em sala de aula por não apresentar e discutir os conceitos em maior profundidade e por inverter a relação causa e efeito que existe entre os conceitos de energia e temperatura.

Atividade 2

- a) *Após colocar a água gelada no copo, pode-se observar a formação de gotas de água do lado de fora do copo.*
- b) *Por fora do copo, existe ar. No ar, existe vapor de água, que é invisível. Esse vapor de água, ao entrar em contato com a superfície fria do copo, perdeu energia e retornou ao estado líquido, formando as gotas que aparecem do lado de fora do copo.*

A atividade 2 é feita introduzindo água gelada em um copo de vidro. Novamente observa-se que a relação causa e efeito invertida, citada na análise da afirmação (c) da atividade 1 ainda está presente.

Atividade 3

Quando a garrafa foi colocada na vasilha com água quente, o ar que estava dentro da garrafa foi aquecido, expandindo-se, e passou a ocupar mais espaço, enchendo a bexiga. Ao contrário, ao colocar a garrafa na vasilha com água fria, o ar foi resfriado, contraiu-se e passou a ocupar menor espaço, murchando a bexiga.

Comente sobre o aquecimento do ar interno do balão. Quando o ar é aquecido, ele se expande e ocupa maior espaço, inflando o balão.

Na atividade 3 é proposto que seja aquecido o ar encapsulado em uma garrafa de vidro tampada com uma bexiga. Objetiva-se assim que os professores demonstrem que com o aquecimento a massa de ar sobe na atmosfera devido a diminuição da massa específica da mistura gasosa e os fenômenos de convecção que ocorrem no ar atmosférico.

Contudo, no texto acima, os autores produziram uma argumentação que refuta a hipótese de que o ar quente sobe. Embora eles objetivem explicar com esse texto o fenômeno atmosférico de ascensão da massa de ar, o texto apresenta apenas o fenômeno de expansão da massa de ar que no caso dessa prática experimental não está em hipótese alguma relacionada ao fenômeno atmosférico.

Isso ocorre porque na atmosfera a massa de ar aquecida, que possui massa específica menor sobe enquanto outra massa de ar “fria” desce. Nesse contexto, para entender o fenômeno é preciso compreender o conceito de massa específica e perceber que, comparando duas massas gasosas, aquela que apresenta massa específica menor fica sobre a que tem massa específica maior.

Assim, essa experimentação é inadequada para representar o fenômeno, pois, dentro da garrafa, não ocorre o fenômeno de convecção das massas de ar como na atmosfera. O balão infla porque a energia cinética molecular aumenta durante o aquecimento aumentando o número de colisões entre as moléculas o que faz aumentar o distanciamento médio entre elas.

Essa prática experimental e a argumentação decorrente dessa têm contribuído para fazer com que professores e estudantes construam a concepção equivocada de que enquanto o ar sobe para o balão na garrafa ocorre vácuo. Por isso, afirma-se que a atividade 3 e o texto presente no manual do professor, além de apresentar falta de coerência interna, têm um impacto negativo para que as professoras construam um conhecimento alinhado com o conceito científico acerca dos fenômenos de transporte das massas gasosas na atmosfera e são geradores de concepções alternativas que estarão presentes na argumentação em sala de aula.

Atividade 4

- a) *Depois de um certo tempo, o saco plástico estará com gotículas de água.*
- b) *As gotículas de água que surgiram no saco plástico são resultado da evapotranspiração das folhas. O vapor de água eliminado pelas folhas durante a transpiração se condensou na superfície do saco plástico.*

Observação: *as folhas possuem estruturas chamadas estômatos por onde ocorrem as trocas gasosas (oxigênio e gás carbônico) e por onde o vapor de água é liberado ao ambiente.*

Na atividade 4 sugere-se o experimento de colocar um saco plástico em um ramo da planta amarrado com um barbante. Objetiva-se que as professoras demonstrem que as plantas também são responsáveis por lançar vapor de água na atmosfera devido ao fenômeno denominado evapotranspiração.

No texto da atividade 4 nada é discutido a respeito do fato de o saco plástico não ser “frio” como no caso da tampa da panela e ainda assim haver condensação. Nesse texto não existem subsídios para que as professoras sejam capazes de perceber que os resultados experimentais são contraditórios e o porquê de ocorrer a condensação no interior do plástico.

Em nenhum momento as professoras são levadas a identificar que a saturação de vapor de água no interior do saco plástico é um fator determinante para haver condensação. Assim, observa-se que não é possível que elas explorem esse fato em suas aulas e que essas consigam identificar que o fenômeno de condensação, assim como o fenômeno de evaporação são bastante complexos e decorrentes de vários fatores conjugados.

Atividade 5

- a) *Após o espelho ter sido embaçado, formam-se sobre ele gotículas de água líquida.*
- b) *Ao soprar o espelho, o ar que sai dos pulmões é quente e contém vapor de água. Quando o vapor entra em contato com o espelho, resfria-se e passa para o estado líquido.*

Comente com a turma a respeito de outro fenômeno semelhante: quando estamos em um veículo durante a chuva, com as janelas fechadas, os vidros ficam embaçados. Isso acontece porque o vapor de água proveniente da respiração se liquefaz sobre os vidros, que estão frios.

Na atividade 5 os estudantes devem soprar sobre o espelho até embaçá-lo. Ainda nessa atividade os autores sugerem como única explicação para o fenômeno a diminuição da temperatura como a responsável pela condensação. Do mesmo modo como verificado no texto da atividade 4 nada é citado a respeito da influência da saturação de vapor na condensação. O fato controverso entre o que ocorre na atividade 2 (condensação espontânea do vapor de água da atmosfera) e o que ocorre nas atividades 4 e 5 não é discutido.

De modo geral verifica-se que nas orientações para lecionar esses conteúdos não estão presentes os princípios norteadores para o Ensino de Ciências retirados dos PCNs e relacionados no próprio manual.

Não há menção acerca de um trabalho experimental que viabilize o ensino investigativo e que busque mostrar aos estudantes a natureza da Ciência. Os professores não são levados a identificar e explicitar que a Ciência é constituída de verdades provisórias e da superação dessas verdades.

Não se observam sugestões de aulas práticas que façam os estudantes formularem questões e proporem soluções para problemas reais e utilizarem conceitos básicos nesse processo.

O manual do professor apresenta, em alguns momentos, uma conceituação equivocada que procura simplificar a complexidade dos fenômenos de evaporação, condensação e convecção das massas de vapor na atmosfera e contribui para que professores e estudantes formem e reforcem concepções enganosas em relação a esses constructos de modo a desfavorecer o processo de ensino e aprendizagem.

3.1.2 O livro-texto

O livro-texto 1 é dividido em quatro partes, respectivamente: Língua Portuguesa, História e Geografia, Matemática e Ciências. Nessa apostila o estudo de Ciências se desenvolve a partir do tema construção de abrigos e da necessidade de proteção contra a intempérie. O material aborda inicialmente a construção de abrigos por animais e as funções desses abrigos. Na sequência apresenta-se uma conceituação de tempo, previsão do tempo, clima, observação de nuvens e atividades práticas.

A partir dessas atividades foi efetuada uma classificação com vistas a determinar o grau de liberdade intelectual dado aos estudantes durante o trabalho experimental e seu grau de relação com o ensino investigativo e a concordância com

proposta construtivista explicitados no manual do professor. Na figura 16 verifica-se uma imagem do texto em que se propõe a atividade experimental 1.

Fazer ciência

ATIVIDADE PRÁTICA 1

Este experimento deve ser realizado com seu professor.

Objetivo: observar a evaporação da água.

Materiais

- uma panela com tampa
- água
- fogão

Procedimentos

1. Coloque a água na panela, sem tampá-la.
2. Seu professor irá colocar a panela no fogo, aguardando até a água ferver.
3. Verifique a temperatura da tampa da panela, sentindo-a com as mãos.
4. Seu professor colocará a tampa na panela.

Quer dizer que as gotinhas de água que formam as nuvens causam a chuva?

Figura 16. Imagem do texto da proposta de atividade experimental 1.

Analisando os dados da figura 16 verifica-se que inicialmente é explicitado aos estudantes o objetivo de observar a evaporação da água. Com isso, objetiva-se que eles concluam que as nuvens se formam devido à evaporação da água e formação de gotículas de água nas altitudes. Cabe ressaltar que antes de iniciar as atividades experimentais, os estudantes devem ler o poema mostrado na figura 17.

(...)
Vejo o céu
quase sem fim, parece azul.

Vejo no céu um "montão" de
algodão.

Me contaram: chamam-se nuvens
e são feitas por gotículas d'água.

Vejo no céu nuvens brincando.

Às vezes, elas viram um cachorro e
eu até acho graça; outras vezes,
elas viram um elefante e só
para me assustar
viram até mesmo um dragão!

(...)

Vejo o céu
escuro, ou quase escuro.
Às vezes, as nuvens desenharam
lindos brilhantes... os relâmpagos;
é segredo do ar, da água, do sol
e do vento, que fazem movimentos
virando descarga elétrica,
provocando atrito, e
no céu... o relâmpago!

(...)
Vejo no céu o relâmpago,
a descarga que subitamente
aquece o ar,
expandindo-o violentamente
e se faz ondas sonoras,
parecendo um grito de dor.

Me contaram: chama-se trovão.

Maria Cecília da Silva. *Vejo o céu*. São Paulo: Ícone, 2001. (Novos Horizontes).

Figura 17. Imagem do texto do poema introduzido no livro-texto 1 retirado do livro *Vejo o céu* de Maria Cecília da Silva.

No texto do poema, verifica-se que a autora deixa claro que as nuvens são formadas por gotículas de água. Assim, tanto estudantes quanto professores são levados a aceitar essa afirmação como verdade absoluta. Desse modo, um texto poético assume o papel de um texto científico e com isso, uma concepção enganosa, acerca da formação e constituição das nuvens (THOMPSON E LOGUE, 2006) é transmitida aos estudantes.

Outro aspecto importante surge ao analisarmos o texto no qual se explica a formação de neve apresentado após a atividade experimental 4. Uma imagem desse texto é mostrada na figura 18. Analisando o texto é possível identificar falta de coerência interna, pois os autores iniciam o texto afirmando que as nuvens são formadas por vapor de água em vez de gotículas de água como vinha sendo afirmado até o momento.

Como se forma a neve

Você viu que as nuvens são formadas por vapor de água e que ficam suspensas na atmosfera. Mas as nuvens que se formam em maiores altitudes não são formadas por vapor de água, mas por cristais de gelo. Esses cristais de gelo, ao caírem em direção ao solo, acabam derretendo e forma-se a chuva. Mas, às vezes, não é isso o que acontece. Se durante o caminho até o solo a temperatura estiver muito baixa (próximo de 0 °C), em vez de chuva, cai neve.

Figura 18. Imagem do texto para explicar como a neve se forma.

Além da falta de coerência interna nesse texto é importante verificar que após os estudantes serem levados por quatro atividades experimentais a acreditar que as nuvens são formadas apenas por gotículas de água os autores procuram introduzir a ideia de que pode haver nuvens que sejam formadas apenas por partículas de gelo.

O que é apresentado no texto da figura 18 passa a ser uma antítese ao que é apresentado no poema da figura 17 e ao que é proposto, no conjunto de atividades, para a formação e constituição das nuvens.

Cabe ressaltar que ao observar as aulas desse conteúdo identificou-se que para as professoras e, conseqüentemente, para os estudantes a ideia de que na constituição das nuvens estão presentes apenas gotículas de água foi dominante ao final da série de experimentos e das leituras, interpretações e discussões em sala de aula.

A informação veiculada no texto da figura 18 acerca da formação de neve foi desconsiderada tanto pelas professoras quanto pelos estudantes em suas explicações a respeito das nuvens ao final do processo.

Analisando a atividade 1 como base no modelo proposto por Pella (1969), verificou-se que o grau de participação e de liberdade intelectual dado aos estudantes é o mais baixo da classificação.

Observando a figura 16, verifica-se que o material fornece o objetivo, os materiais a serem empregados e qual deve ser o procedimento para realização do experimento. Da forma com que o procedimento é encaminhado podemos concluir que caberá aos estudantes apenas determinar a “temperatura” da tampa da panela. Isso deve ocorrer a partir do toque entre as mãos dos estudantes e a tampa da panela.

Dessa forma, os estudantes são levados a empregar suas impressões tácteis para identificar a temperatura de um corpo. Assim, emprega-se um procedimento não científico para uma experimentação em uma seção do livro-texto denominada “fazer Ciência”.

Conforme proposto por Mortimer e Amaral (1998), esse tipo de encaminhamento experimental é inadequado porque está associado a concepções cotidianas (não científicas) acerca dos conceitos de calor e temperatura e porque nem sempre a sensação de quente ou frio ocorre devido a uma diferença real de temperatura.

Grayson; Harrison e Treagust (1995) em um estudo realizado com estudantes australianos de onze anos de idade identificaram a presença de quatro concepções enganosas a respeito dos conceitos de calor e temperatura. Entre essas, destaca-se a ideia de que objetos na temperatura ambiente que causam sensações térmicas diferentes possuem temperaturas diferentes.

Conforme observaram Clough e Driver (1985) muitas concepções enganosas acerca de temperatura e calor estão associadas ao modo de pensar desenvolvido na infância e permanecem com a maioria dos estudantes até a universidade ou ainda após a pós-graduação.

É importante salientar que muitas dessas ideias são construídas desde os primeiros contatos com corpos que apresentam diferentes temperaturas e nas interações no interior da família. Além disso, devemos considerar que os livros-textos, o contato com professores e demais estudantes são importante fatores na construção e manutenção de concepções enganosas. Especialmente relevante destacar que as professoras nesse nível de ensino, em geral, costumam ter dificuldades com o conhecimento do conteúdo específico e, assim, o livro didático representa um meio

particularmente importante para auxiliar com o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos.

No exemplo citado, quando nos referíamos a calor e temperatura, existem diferentes terminologias – a terminologia usual (cotidiana) e a terminologia científica. A partir dessas terminologias, as palavras assumem significados muito diferentes. Isso ocorre muitas vezes devido ao fato de temperatura e calor serem muitas vezes empregadas no cotidiano como se fossem sinônimos.

Com base nisso, observa-se que na atividade experimental 1 os autores com o objetivo de aproximar a ciência ao cotidiano perpetuam a confusão entre calor e temperatura e mantêm o erro nesse campo conceitual uma vez que esses conceitos são fundamentais para que os estudantes compreendam uma série de outros conceitos em Ciências (SÖZBİLİR, 2003).

Analisando a atividade 1 verifica-se ainda que ao final do texto são fornecidas as conclusões que devem ser obtidas a partir dos resultados experimentais conforme se verifica na figura 19.

Conclusões

No experimento, a água que saiu da torneira estava no **estado líquido**. Quando a água foi aquecida até a sua fervura, ela mudou para o **estado gasoso**, ou seja, virou vapor. Isso ocorreu, pois a água **recebeu energia** sob a forma de calor. Quando o vapor entrou em contato com a tampa da panela – que estava numa temperatura mais baixa –, ele voltou para o estado líquido, pois **perdeu calor**.

Você agora pode estar pensando: se é tão difícil de enxergarmos o vapor, como eu posso comprovar que ele existe? Para isso, vamos realizar outro experimento.

Figura 19 Texto apresentando as conclusões com a atividade experimental 1.

Assim, a atividade 1 da maneira que como está proposta possui as seguintes características:

- a) Apresenta o problema
- b) Apresenta as hipóteses
- c) Impõe um plano de trabalho experimental
- d) Restringe a participação dos estudantes a apenas obter um dado experimental de forma não científica
- e) Dita as conclusões que os estudantes deverão obter ao final da prática experimental

Com isso, verifica-se que essa atividade, devido a seu elevado grau de

restrição da participação e da liberdade intelectual dos estudantes, deve ser classificada com grau I (Pella, 1969). Com base nisso, nota-se que essa atividade não está alinhada com as propostas de ensino investigativo e de construção de conhecimento encontradas no manual do professor.

Além disso, a atividade 1 apresenta um procedimento experimental não científico (medida da temperatura por meio de sensação térmica) que perpetua a concepção de que temperatura e calor são a mesma coisa e que os diferentes objetos, em equilíbrio térmico no mesmo ambiente, podem ter temperaturas diferentes.

Analisando a atividade 2 verificou-se que essa possui as mesmas características da atividade 1. Contudo, como não envolve aquecimento é dado aos estudantes maior grau de liberdade para manipular o experimento.

Apesar disso, e de acordo com as demais características comentadas, foi classificada também como de grau I.

ATIVIDADE PRÁTICA 2

Objetivo: verificar a existência de vapor de água no ar.

Materiais

- um copo de vidro
- um pedaço de papel absorvente
- um copo de água gelada

Procedimento

1. Enxugue bem o copo por fora, utilizando o papel absorvente, e encha-o de água gelada.

Conclusões

A água não atravessou o copo. Essa água que apareceu do lado de fora do copo estava no ambiente, na forma de vapor de água. Como o copo estava numa temperatura mais baixa que a temperatura do ambiente, o vapor de água, ao encostar-se no copo frio, voltou ao estado líquido.

Quando há muito vapor de água no ar dizemos que o ar está úmido e quando há pouco, dizemos que o ar está seco.

Mas, se prestarmos atenção, perceberemos a umidade do ar. Você já reparou que, ao andarmos em uma mata, sentimos que o ar é mais úmido? É o vapor de água que existe.

Ah! Então no ar há vapor de água, sem percebermos!

Figura 20. Imagem adaptada a partir do texto da atividade 2.

Embora não exista a restrição de que o experimento seja realizado pelo professor e apenas observado pelos estudantes, as conclusões ainda são fornecidas. Deste modo, verifica-se que essa atividade experimental apresenta as mesmas características da atividade 1 e também foi classificada como de grau I. Assim, as mesmas observações com relação ao ensino investigativo e a construção de conhecimento se aplicam a essa atividade.

Na figura 21 verificamos a imagem do texto da atividade 3. É possível, no início do texto, identificar o caráter não investigativo dessa atividade, uma vez que explicitamente é colocada a ideia de comprovar dados experimentais em detrimento de investigar os dados obtidos.

Fazer ciência

Vamos realizar outros experimentos para comprovar alguns conceitos, com ajuda do seu professor.

ATIVIDADE PRÁTICA 3

Objetivo: observar que o ar quente sobe para a atmosfera.

Materiais

• uma bexiga	• uma garrafa PET
• uma vasilha com água quente	• uma vasilha com água fria

Procedimentos

1. Coloque a bexiga na boca da garrafa.
2. Coloque a garrafa na vasilha com água quente e observe o que acontece.
3. Agora coloque a garrafa na vasilha com água fria e observe o que acontece com a bexiga. Anote as conclusões em seu caderno.

© José Damilaz/Acervo Anglo

Para os balões voarem e ganharem altura, os balonistas aquecem o ar de dentro do balão.

© Acervo Anglo

Figura 21. Imagem do texto da atividade 3.

Analisando as atividades 4 e 5 observa-se propostas experimentais estruturadas de forma semelhante às três propostas analisadas até o momento. Contudo, na atividade 5 não é fornecido um texto propondo as conclusões. Por conta disso, essa foi classificada como de grau II na qual fica a cargo dos estudantes obter os dados e produzir as conclusões.

No quadro 6 é apresentada a classificação geral das atividades experimentais e suas características.

Quadro 6. Classificação e características das atividades experimentais do livro didático adotado na escola.

Atividade	Classificação	Características
1	Grau I	O professor propõe o problema e as conclusões e faz a maior parte do trabalho experimental. Os estudantes observam a maior parte do tempo e obtêm um dos dados. A experimentação ocorre devido a presença de uma fonte de aquecimento.
2	Grau I	O professor propõe o problema e as conclusões. Os estudantes fazem a maior parte do trabalho experimental e obtêm os dados. A experimentação ocorre na ausência de uma fonte de aquecimento.
3	Grau I	O professor propõe o problema e as conclusões. Os estudantes fazem todo o trabalho experimental e obtêm todos os dados. A experimentação é feita introduzindo um recipiente em água aquecida e em água abaixo da temperatura ambiente.
4	Grau I	O professor propõe o problema e as conclusões. Os estudantes fazem todo o trabalho experimental e obtêm todos os dados. A experimentação ocorre empregando o sol como fonte de aquecimento.
5	Grau II	O professor propõe o problema e não propõe as conclusões. Os estudantes fazem todo o trabalho experimental e obtêm todos os dados. A experimentação ocorre na ausência de uma fonte de aquecimento.

Observando as características das atividades mostradas no quadro 6 é possível identificar em que fato se baseia o menor grau de participação permitido aos estudantes nessas atividades. Identifica-se que sempre que há uma fonte de

aquecimento que gera risco os estudantes, a prática experimental é realizada com maior grau de participação do professor. Isso pode ser identificado observando as características das atividades 1 e 5.

Na atividade 1 emprega-se aquecimento com a chama do fogão e, dessa forma, o grau de participação dos estudantes é restrito. Por outro lado, na atividade 5 não existe a necessidade de uma fonte de aquecimento e praticamente não há riscos para a integridade física dos estudantes e, conseqüentemente, lhes é dado maior grau de liberdade.

De modo geral, analisando as cinco atividades propostas verifica-se que, em sua maioria, são desenvolvidas para que os estudantes provem que a teoria, apresentada no livro-texto, está certa.

Conforme afirma Carvalho (2010) no ensino de Ciências atual não deve haver mais problemas experimentais nos quais existe somente uma conclusão fechada. Essa pesquisadora afirma que os problemas do tipo “*prove que*”, cuja uma “*receita de bolo*” deve ser seguida e apresentam o grau I de liberdade intelectual, são danosos pois os estudantes apenas aprendem a dividir as tarefas para realização do experimento e a “cozinhar” os dados com a finalidade de obter os resultados experimentais esperados e evidentemente obter notas altas.

Nota-se que, assim como verificado na análise da atividade 1, as demais atividades também não estão em concordância com as ideias de ensino investigativo e de construção de conhecimento encontradas nas propostas no manual do professor. Identifica-se ainda que essas atividades, da maneira como estão encaminhadas, podem gerar visões distorcidas a respeito do fazer da ciência e acerca dos construtos: evaporação, condensação, temperatura, calor e do próprio ciclo da água.

3.2. As entrevistas com as professoras polivalentes

As entrevistas das quatro participantes foram analisadas com a finalidade de identificar os principais aspectos de apenas duas das três unidades temáticas destacadas no mapa conceitual mostrado na figura 9.

Conforme se verifica nesse mapa conceitual a entrevista estava focada em investigar as histórias de vida das professoras de modo a identificar: quais disciplinas elas se destacavam, quais foram problemáticas e se tiveram contato com Química, Física e Biologia durante sua formação básica e a formação acadêmica; quais fatores as influenciaram na escolha pelo magistério e quais são os sentimentos e concepções acerca de sua formação acadêmica.

Foram analisados apenas o histórico escolar e a formação acadêmica de cada uma das professoras devido ao fato dessas duas fontes de informação estarem diretamente relacionadas às demandas que PQRF iria enfrentar na formação em serviço com as professoras.

Dessa maneira, com essas duas fontes foi possível obter um panorama do contexto de como ocorreu a formação básica (Ensino Fundamental e Médio) e da formação acadêmica (Ensino Superior) dessas professoras. Cabe ressaltar ainda que esses dados foram empregados no planejamento das atividades de formação em serviço.

Assim, com essas entrevistas objetivou-se também conhecer mais profundamente as necessidades dessas professoras de modo que a formação em serviço atendesse, pelo menos em parte, a essas necessidades.

No quadro 7 encontram-se relacionadas as principais informações para cada uma das professoras e os turnos em que, durante as entrevistas, esses resultados surgiram.

Quadro 7. Resumo dos dados encontrados nas entrevistas.

Professora	Histórico escolar	Formação acadêmica
P1	Não se destacava em nenhuma disciplina no Ensino Fundamental (T-16). Não gostava de Matemática e tinha muitos problemas com essa disciplina (T-12). Não teve formação em Química, Física e Biologia no Ensino Médio.	Não dá base para lecionar Ciências na polivalência (T-84). O curso de pedagogia dá uma formação incipiente na área de ciências (T- 121 a T-148). Sua formação a faz sentir-se desconfortável para lecionar ciências (T-166 a T-188) e (T-195 a T-205) Deseja incorporar a linguagem científica nas aulas (T-208) e (T-219 a T-230)
P2	Destacava-se em Português (T-26 a T-28). Não gostava de Matemática e tinha problemas com essa disciplina (T-23 a T-26). Teve formação incipiente em Química, Física e Biologia no E.M. (T-34 a T-48)	O curso de pedagogia dá uma formação incipiente na área de ciências (T-125 a T-168). Muita ênfase em como dar aula de um conteúdo e nenhuma ênfase no conteúdo (T-125 a T-168) e (T-190 a T-192). A falta de contato com experimentação durante a formação gera insegurança de incorporar a experimentação à prática docente (T-34 a T-44) e (T-250 a T-253).
P3	Destacava-se em Ciências essa era a matéria que mais gostava (T-16 a T-18) Tinha dificuldades em Matemática e Português (T-24) Não teve formação em Química, Física e Biologia no E.M. (T- 41 a T- 46)	O curso de pedagogia dá uma formação incipiente na área de ciências (T-164 a T-172). Muita ênfase nas teorias da pedagogia e pouca ênfase na vivência prática em sala de aula (T-128)
P4	Tinha um desempenho escolar satisfatório porque se esforçava muito (T-4 a T-6 e T-24) Tinha dificuldades em Matemática e matérias que envolviam cálculo (T-13 a T-22) Teve formação Química, Física e Estatística no E.M (T-28 a T-30)	Não dá base para lecionar Ciências na polivalência (T-40). Falta prática experimental em ciências no curso de pedagogia (T-50)

3.2.1 Histórico escolar

Observando os dados a respeito do histórico escolar, observa-se que as quatro professoras relatam terem tido dificuldades no ambiente escolar ao cursar o ensino fundamental I.

A seguir encontramos algumas frases retiradas a entrevista com P1 em que se verifica que essa professora teve muitas dificuldades durante sua formação no ensino básico conforme os trechos a seguir retirados do turno 12 da entrevista:

[...] Mas o mais engraçado é porque eu nunca fui uma boa aluna, pelo contrário, eu era péssima, eu ia mal, ficava de recuperação, não gostava de estudar. Eu tinha uma parte meio de... ah, eu quero curtir, “amizade”.

[...] Eu tinha muito problema com a Matemática, eu odiava Matemática, ia mal à beça, ficava de recuperação e minha mãe sempre ficava sabendo antes de “mim”.

Com base nessas frases vemos que P1 teve muitos problemas na escola particularmente na disciplina de matemática. Esses problemas escolares afetaram a autoimagem de P1 conforme se verifica em outro trecho do turno 12 da entrevista:

[...] Só que eu não acreditava no potencial que eu tinha. Então, eu achava que eu tinha de começar por baixo, né. Então eu tenho de ser uma pessoa humilde, não tenho conhecimento nenhum, apesar de viver em escola, não tenho nada.

Nesse contexto, observa-se que P1 em relação às dificuldades com as disciplinas escolares desenvolveu falta de confiança para lecionar em escolas consideradas de elite conforme observa-se no trecho a seguir também retirado da entrevista.

[...] Minha amiga trabalhava na escola X, ela falou: ah, manda o currículo. Eu falei... não, imagina escola X Imagina, eu não tenho potencial para isso. Essa escola é muito pra “mim”.

No quadro 7 verifica-se que as quatro professoras relatam terem tido problemas em Matemática. É interessante observar que as professoras atribuem suas dificuldades escolares, sobretudo em Matemática, a um problema quer seja de cognição quer seja de desmotivação para estudar como relata P1 no texto abaixo.

[...] mas o mais engraçado é porque eu nunca fui uma boa aluna, pelo contrário, eu era péssima, eu ia mal, ficava de recuperação, não gostava de “estudar”.

Ainda em relação à formação básica de P1 podemos identificar um fator com potencial de gerar nessa professora falta de confiança para lecionar conteúdos de Ciência. No episódio interativo 1 está transcrito um momento da entrevista em que PQ perguntou para P1 a respeito de sua formação em Química no Ensino Médio.

É importante destacar que essa professora ao longo de sua caminhada escolar, após terminar o Ensino Fundamental ingressou no curso de magistério. Com isso, no episódio interativo 1 identificamos um importante aspecto na formação básica de P1 que iria impactar significativamente a interação de PQRF com essa professora durante a formação em serviço.

Conforme se observa no episódio interativo 1 na caminhada feita por P1 praticamente não houve contato dessa professora com os conteúdos de Química e Física do Ensino Médio.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 1

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	E, nas suas aulas, me fala um pouquinho, você teve Magistério no Ensino Médio? Então você não teve Química?
2	P1	Não.
3	PQ	Ou seja, você nunca teve Química.
4	P1	Tive um pouco na, no finalzinho da 8ª série, mas, nossa, muito pouco eu lembro.
5	PQ	É?
6	P1	Muito pouco.
7	PQ	Você lembra de evaporação, por exemplo, nessa época?
8	P1	Não. (Movimentando a cabeça enfatizando sua resposta.)
9	PQ	Não? Nem..
10	P1	Olha, sintetizando, eu lembro da tabela periódica, que existe. Se você perguntar alguma coisa, não vou saber.
11	PQ	Qualquer coisa da tabela periódica, não sabe?
12	P1	Não. (Movimentando a cabeça enfatizando sua resposta.)
13	PQ	E aqueles estados da matéria que o pessoal chama de estados da matéria, você não lembra de ter estudado isso no Ensino Médio, pelo Fundamental e muito menos no Médio?
14	P1	Não. Eu lembro uma outra coisa que uma vez eu estudei que era, acho que era Física, que fala da distância que você percorre, a velocidade, mas assim..
15	PQ	Vagamente?
16	P1	Vagamente. Se você me der um exercício para resolver agora, eu não sei.
17	PQ	Entendi.
18	P1	Não sei. Talvez eu não consiga resolver nem se você deixar eu pesquisar. (Risos)

Vemos que o contato que P1 teve com Química foi muito restrito e ocorreu apenas na 8ª série. Quando perguntada acerca do conteúdo evaporação, no turno 7, responde que não lembra de ter visto esse conteúdo durante sua formação básica.

Conforme afirma no turno 10 seus conhecimentos de Química no momento da entrevista se restringiam a saber a existência da tabela periódica porém sem dominar qualquer conhecimento em relação a esse conteúdo específico.

Nesse contexto inferimos que P1 não possui conhecimentos acerca de átomos e moléculas, ligações químicas e interações intermoleculares. No turno 14 mostra desconhecer o conceito de estado da matéria e afirma lembrar ter estudado algo relacionado a distância e velocidade, porém, conforme observamos nos turnos 16 e 18 essa lembrança é vaga. A partir disso, P1 afirma ter um conhecimento limitado do conteúdo científico de modo que não seria capaz de resolver um exercício envolvendo

as grandezas distância e velocidade nem se lhe fosse permitido consultar algum material didático.

Vemos ainda que assim como P1 se sentia despreparada para lecionar matemática, essa professora poderia se sentir despreparada também para argumentar em grupo. Sendo assim, essa possibilidade também foi considerada no planejamento da formação em serviço. Com isso, objetivou-se criar um ambiente em que as professoras se sentissem seguras para argumentar, pois suas falas foram consideradas e valorizadas independentemente de sua correção conceitual.

Analisando a entrevista de P2 vemos um histórico escolar semelhante ao histórico de P1. Essa professora também afirma ter tido dificuldades em matemática conforme se observa nos trechos a seguir.

[...] É, Matemática era o que pegava. Mas assim, Português eu sempre gostei muito, de ler, de ir atrás. Então, era uma matéria que eu gostava, escrever, sabe?

[...] Então a escrita para mim era bem interessante. Agora, a parte de Matemática, quando tinha que calcular fração, expressão, aí que..

Observa-se ainda que essa professora também teve um acesso restrito aos conteúdos de Química e Física no Ensino Médio conforme constata-se no episódio interativo 2.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 2

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P2	É, aí que eu sentia maior dificuldade. No 1º ano que foi o colegial, né, o 1º ano que eu tive Química, Física, essas coisas, eu acho que pegou também. Física. Biologia eu amava.
2	PQ	É?
3	P2	Nossa, era uma aula que eu adorava. Química, eu achei que eu tive pouco estímulo do professor.
4	PQ	Entendi.
5	P2	Sabe assim, não tinha aquela aula interessante que você ia para um laboratório. Então, tinha um laboratório superbacana na escola que eu acho que a gente usou duas vezes. Então, era assim, ah, quem é do Magistério não usa.
6	PQ	Ah.
7	P2	Quem é do Magistério não precisa usar o laboratório.
8	PQ	Você já estava fazendo Magistério?
9	P2	É, entendeu?
10	PQ	Isso era uma fala que você identificou ou você sentia, só sentia ou você ouviu isso?
11	P2	Não, eu cheguei a ouvir que o Magistério..
12	PQ	Não precisava?
13	P2	... Não precisava de laboratório.
14	PQ	De ciências no laboratório?
15	P2	Não precisava. Então é por isso que muitas vezes, eu acho que, nesse sentido, eu sinto um pouco de ter o conteúdo mais... se eu tivesse feito uma experiência, eu acho que com os meus alunos, seria mais fácil para eu fazer. Porque se eu chego para ver uma experiência, eu falo assim “não, deixa eu pular essa parte, aí depois eu faço, quando eu tiver um tempinho.”
16	PQ	Por que na verdade não foi dado ênfase na tua..
17	P2	É, exatamente. Porque era assim, o ensino médio tinha que ter aula no laboratório porque ia fazer..
18	PQ	Ensino Médio regular?
19	P2	É. O vestibular, que ia vestibular. Então, tinha que ter Química, Física. Agora a gente do ensino, do Magistério, não. Para que elas vão ficar lá?

No turno 1 P2 relata que teve dificuldades com Química e Física no 1º ano do Ensino Médio. Especificamente em relação a Química P2 afirma ter tido aulas pouco estimulantes em que não teve acesso ao trabalho experimental embora a escola tivesse laboratório didático.

Além disso, nos turnos 5, 7, 11, 13 P2 apresenta uma situação interessante em relação às concepções dos gestores de seu curso de magistério. Nota-se que segundo P2 os gestores do curso não disponibilizam aulas de laboratório para os estudantes do curso de magistério.

Com isso, verifica-se que durante a caminhada de P2 no curso de magistério não houve contato com a experimentação científica. Assim, no turno 15 P2 dá evidências da falta de confiança para lecionar no laboratório uma vez que em sua formação básica não teve contato com esse tipo de aula e, portanto, não se sentia confiante para conduzir uma aula desse tipo.

Vemos ainda no final do turno 15 que o despreparo para esse tipo de aula fazia com que P2 evitasse lecionar Ciência (VEENMAN, 1984) empregando experimentos. Sendo assim, do mesmo modo como proposto para P1, P2 também poderia ter dificuldades para participar de laboratórios investigativos e argumentação devido a sua falta de confiança para lidar com esse tipo de situação.

Do mesmo modo que ocorreu com P1 e P2, P3 também teve dificuldades em matemática, além de ter dificuldades em português conforme identifica-se no trecho a seguir.

[...] Ah, como todos, eu gostava de Artes, naquela época era Educação Artística, a Educação Física, Matemática eu já tinha um pouco mais de dificuldade, Português, Português não era, também não era a minha matéria preferida. Mas, Ciências eu gostava, Ciências eu gostava.

Também como relatado pelas demais professoras P3 não teve acesso aos conteúdos de Química no Ensino Médio conforme observa-se no episódio interativo 3.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 3

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	E no Ensino Médio, você teve Química então?
2	P3	Eu tive..
3	PQ	Você falou em Química, ou você..
4	P3	Fiz até, eu tive Química.
5	PQ	Ou, ah, você teve Química. Mas você não fez..
6	P3	Não, eu fiz o..
7	PQ	O Magistério?
8	P3	Fiz o Magistério. Aí tive um professor não lembro o nome dele. Fiz Magistério, espera lá, deixa eu voltar, lembrar. É que faz tempo, né?
9	PQ	Sim, ah, não faz tanto tempo assim.
10	P3	Ah, faz um tempinho, olha, 36, faz um tempinho.
11	PQ	Ah, você é bem mais nova que eu.
12	P3	Ah, PQ, eu não vou lembrar agora. Eu sei que tinha, tinha até um livro que o professor dava que

- eu gostava, mas agora eu não vou me recordar.
- 13 PQ Entendi, mas então, mas pera aí, no curso de Magistério, não tem Química. Então você... um segundo... você fez o Magistério como uma complementação? Ou não?
- 14 P3 Não, fiz até a 8ª série.
- 15 PQ Ah, então você está falando da Química da 8ª.
- 16 P3 Isso, que é a, isso.
- 17 PQ Na 8ª, tem Química.
- 18 P3 Isso, é isso mesmo. Fiz até a 8ª.
- 19 PQ Mas aí dentro do Magistério você não teve?
- 20 P3 Aí depois não, Magistério, não. Aí Magistério entra mais nas matérias específicas, né. Aí fiz então, o curso de Magistério.

Nesse contexto observamos que as histórias de vida de P1, P2 e P3 são bastante semelhantes. Essas professoras após o Ensino Fundamental terminaram sua formação básica no curso de magistério. Desse modo, não tiveram acesso aos conteúdos de Química e Física nesse nível escolar. Dessa forma, no momento das discussões com PQRF tinham um repertório reduzido.

Como será visto na análise do planejamento da formação em serviço esse fato gerou uma preocupação adicional em PQRF. Esse professor em vários momentos se mostrou preocupado em como fomentar e manter a argumentação ocorrendo entre professoras que possuíam esses históricos escolares. Cabe ressaltar que essa situação impôs um aspecto importante no desenvolvimento do PCKarg de PQRF.

Por outro lado, quando analisamos o histórico escolar de P4 vemos uma situação relativamente diferente, embora P4 também relate ter dificuldades em matemática conforme nota-se no trecho a seguir.

[...] Só que eu tinha muita dificuldade em Física e Matemática devido aos cálculos. Eu acho também que aquele momento a maneira como os professores passavam o conteúdo era uma maneira assim que eu não conseguia as vezes compreender. E mesmo que eu chegasse em casa, por mais que lesse eu não conseguia. O que faltou naquele momento que eu vejo hoje? Faltou isso, o lúdico, o professor compreender que a fala dele muitas vezes não atinge o aluno. Que a fala dele tem de se assemelhar a fala do aluno. Porque se não o aluno não compreende. Então eu sofria muito com isso.

Desse modo, na frase acima vemos que P4 enfrentou as mesmas dificuldades que as demais professoras em relação ao aprendizado de matemática. Porém, em relação à formação no Ensino Médio P4 apresenta uma situação diferente que é descrita nas frases a seguir retiradas respectivamente dos turnos 24 e 12 da entrevista.

[...] Isso eu fiz científico naquela época... porque tinha clássico, científico e o normal. Eu fiz científico. Eu acho que se eu tivesse tido um amparo maior, ali naquele momento nessas Ciências exatas eu conseguiria até me sair melhor e conseguiria até fazer meu curso de medicina quem sabe. Teria me facilitado demais. Então, mas de toda forma, todo conhecimento adquirido é muito bom. Mesmo que ele seja um conhecimento totalmente ali, o professor na lousa falando alguma coisa sempre fica na sua cabeça, alguma coisa sempre você adquire. Mas

foi uma trajetória assim com muitas dificuldades, eu estudava muito pra ter notas boas. Você quer perguntar mais alguma coisa nesse momento?

[...] Eu acho que eu já comentei com você, a primeira coisa que eu queria era ser médica. Mas daí por uma série de acontecimentos eu fiz o cursinho, eu consegui bolsa porque naquela época era também a gente prestava um concurso ali. Não era um concurso, era uma seleção. E daí a gente ganhava um tanto por cento de bolsa. E eu consegui a bolsa também, não integral, acho que eu tinha uns setenta por cento. Mas já era bastante. Então eu fiz o cursinho ali. Então o meu primeiro momento foi esse. Daí minha mãe faleceu, eu não pude continuar estudando, dei preferência a minha irmã que era mais nova. E a minha irmã acabou se formando jornalista pela FAAP e tal. Eu parei! Daí eu parei e acabei casando tal, mas eu sempre sentia que faltava alguma coisa. Então eu fui fazer magistério primeiro. Eu fui fazer magistério e a experiência que eu tenho assim do magistério ela é muito boa. Eu fiz o magistério na rua Alexandre de Gusmão no Ipiranga. Os meus professores eram muito bons. E foi um magistério assim muito bem feito onde a gente tinha muita prática. Isso ajudou demais.

A partir dessas frases é possível inferir que P4 após ter cursado o colegial científico, ingressou no cursinho preparatório para o vestibular visando a graduação em medicina. Desse modo, podemos inferir também que, diferentemente das outras professoras teve acesso a conceitos de Química e Física do Ensino Médio em dois momentos subsequentes (Científico e Pré-vestibular) e a partir de realidades distintas.

Além disso, vemos no episódio interativo 4 que os contatos de P4 com os conteúdos científicos foram além desses dois momentos iniciais.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 4

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Ok! A minha pergunta acho que você ia responder na sequência que era porque você foi para o magistério?
	P4	Então. Por que eu fui fazer magistério? Eu sempre senti um vazio. Eu falava, mas eu não... Eu queria só cuidar dos meus filhos e da minha casa. Eu sempre me dediquei muito pra estudar. Naquele momento, como eles eram pequenos, minha melhor opção era fazer magistério. Então eu fui. Só que quando eu fui fazer, quando eu levei meu histórico, eu já entrei no segundo ano. Eu já tinha aquelas matérias, eu não precisava fazer aquelas matérias. Daí novamente eu fui encontrar a Química, a Física e tinha estatística de Matemática.
3	PQ	No seu curso de magistério?
	P4	No meu curso de magistério! Tinha Estatística, Física, eu fiz no Alexandre de Gusmão, e tinha Química, além das outras matérias. A gente tinha História, Geografia, Língua Portuguesa e tal. A partir do terceiro e quarto anos que eu fui ter assim, Didática, Filosofia, coisas mais específicas para o magistério. Então, eu também tive aquela parte de estatística que me surpreendeu. Daí a superação era tão grande que eu me saia tão bem, mas tão bem. E o professor de Física, eu lembro era um Japonês ele era bem assim, ele ia escrevendo na lousa e continuava na parede. Era bem assim louquinho, sabe?

Vemos no relato de P4 que essa professora após ter saído do cursinho pré-vestibular, ter abandonado os estudos e ter se casado foi cursar o magistério. Com isso, devido as características do seu curso novamente teve acesso a aulas de Química e Física entre outras disciplinas. Nesse contexto, observa-se que o acesso de P4 ao conteúdo científico, durante sua formação no Ensino Médio é significativamente maior que o acesso detectado nas entrevistas de P1, P2 e P3.

A partir disso, inferimos que P4 traz um maior repertório conceitual para as discussões com PQR e, portanto, possui maior predisposição para se engajar em atividades envolvendo laboratório investigativo e argumentação científica, conforme será discutido no item 4.3.

3.2.2 Formação acadêmica

Em relação às concepções acerca de sua formação acadêmica, para lecionar Ciências no curso de pedagogia, verifica-se que há um consenso entre as quatro professoras. Todas identificam que o curso superior em pedagogia não lhes apresenta os elementos necessários para lidar com os conteúdos de Ciências na polivalência.

Conforme relata P1 sua formação no curso de pedagogia foi incipiente e não a capacitou para lidar com as situações em sala de aula. Em seu curso havia um predomínio das teorias pedagógicas que, em sua visão, ocuparam o lugar de discussões acerca das dificuldades encontradas na docência nas séries iniciais como se verifica no episódio interativo 5.

No episódio 5 P1 faz muitas críticas ao curso de pedagogia sobretudo à grande ênfase que é dada às questões teóricas (estudos dos filósofos) em detrimento das questões práticas que se aplicam diretamente ao cotidiano da sala de aula. Desse modo, afirma que grande parte do conhecimento que possui acerca de como lecionar no contexto da polivalência foi obtido fora da universidade.

Além disso, como vemos no turno 4 afirma que a Ciência não é abordada no curso de Pedagogia e que durante todo o curso ocorreram apenas algumas oficinas de matemática em que foram apresentados jogos voltados para o ensino dessa disciplina.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 5

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Isso. Na verdade, eu quero saber o que você acha do teu curso. E aí você é livre para falar tudo.
2	P1	Tá.
3	PQ	Inclusive, obviamente, da tua, das suas aulas.
	P1	Tá. Na verdade assim, para mim, o curso de Pedagogia é um curso que não te dá base nenhuma para você estar dentro de uma sala de aula, não dá. Assim, existem muitas coisas que são passadas lá, mas que em sala de aula... Por exemplo, você aprende sobre os filósofos, sobre etc. mas ninguém te ensina o que você faz quando você entra numa sala que tem 30 crianças gritando. Ou o que você faz numa geração que a gente está hoje que o tempo máximo de concentração vai de 9 a 10 minutos... E o que você vai fazer? Como você vai inovar? Então eu sinto assim falta, sabe, falta essa base, falta vivência e até mesmo de professores, né, tem professor que vai dar aula de Didática, mas ele próprio não tem didática nenhuma. Então, tem professores, em curso de Pedagogia teve muito, seminário. E aí, a professora dormia enquanto os alunos estavam apresentando o seminário. Então, assim, hoje tudo o que eu sei, não vou dizer que eu não aprendi nada, mas eu tive de estudar muito fora do curso de Pedagogia. Ciências mesmo, nem existe. Para falar que não tem nada, tem oficina de Matemática que foi um semestre, 6 meses que eles ensinam jogos, tudo. Mas é muito pouco para o que a gente trabalha. Por exemplo, quem trabalha com alfabetização, é difícil, não é fácil, é um processo difícil e você não aprende na faculdade.
4		

Então, as pessoas que alfabetizam é por tentativa de erro ou de acerto, ou porque trabalhou em um outro lugar ou porque, senão, trocou com um outro colega que falou “olha, eu fiz assim, assim dá certo, então, você faz lá assim que vai dar certo”. Mas não que você aprenda na faculdade porque você não aprende. E outra coisa que eu vejo, infelizmente, eu vejo a Pedagogia como um, não no meu caso porque eu acho que podem tentar, mas permanecer não, eu acredito que permanece na educação quem realmente gosta da coisa porque se não gostar, não fica. Porque gostando já é muito difícil, então, se você não gostar, você não consegue ficar. Mas eu ouço muitos discursos assim, primeiro, ...ah, eu vou fazer Pedagogia porque eu gosto de criança. Ah, eu adoro criança, eles são tão bonitinhos – vai ser babá então, e não... ser professora. (P1 assume uma postura crítica que demonstra em sua fisionomia) Ou “ah, eu não consigo nenhum emprego, então, eu vou dar aula”. Então, eu vejo uma profissão banalizada, sabe, que não tem o devido valor. Visto que, você tem um curso de Pedagogia à distância... surte efeito? Claro que surte, mas você tem de ser autodidata, né, você tem de ser aquele que vai em busca, que vai, gosta de estudar. Você garante isso num curso de EAD? Que 100% das pessoas que fazem EAD tem essa disponibilidade, esse interesse? Não.

Com base nesses dados vemos que P1 desde de seu último contato com conteúdo de Química na 8ª série, devido a sua caminhada passando pelo magistério e mesmo após o curso pedagogia não teve acesso aos conteúdos científicos de modo a ter uma formação incipiente para lecionar essa disciplina.

Perguntada a respeito da frequência com que julga ocorrer entre as professoras esse tipo de trajetória afirmou ser um fato frequente entre seus pares como mostrado no episódio interativo 6.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 6

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Entendi, eu acho que você consegue, mas. É muito interessante isso, porque a trajetória de muitas pessoas, não sei, você conhece mais pessoas que lecionam para o Fundamental I. Me parece que a trajetória das pessoas, elas tem mais ou menos o mesmo caminho.
2	P1	A mesma linha.
3	PQ	A mesma linha. Então, não vai ser difícil eu encontrar professoras, por exemplo, que nunca tiveram aulas de Química no Ensino Médio?
4	P1	Não.
5	PQ	Vai ser fácil?
6	P1	Muito fácil. (Movimentando a cabeça enfatizando sua resposta.)
7	PQ	Ou seja, a maioria das pessoas que dão aula de Ciências hoje..
8	P1	Muito mais fácil do que você talvez imagina. (Risos)
9	PQ	...as pessoas que estão dando aula de Ciências hoje não tiveram Ciências.
10	P1	Não. Não.

Vemos no episódio interativo 6 que segundo P1 a trajetória de se tornar professora sem ter tido contato com conteúdos científicos básicos é bastante comum na polivalência.

Além disso, no episódio interativo 7 encontramos o momento em que P2 foi perguntada acerca de sua formação. Essa professora apresentou um componente importante a respeito da relação entre os conteúdos específicos das disciplinas que essa iria lecionar na polivalência e sua formação no curso de Pedagogia.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 7

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Mas, e os conteúdos da matéria? Os conceitos da matéria?
2	P2	Ah, não.. Eu acho que não..
3	PQ	Não teve?
4	P2	De nenhuma delas assim.
5	PQ	Ah, é? E a matemática?
6	P2	É, nenhuma delas tinha detalhes, detalhes, vamos dizer assim. É isso que você quer dizer?
7	PQ	É, na verdade, o que você está me dizendo, se eu entendi bem é que eles explicavam como dar aula daquele conteúdo, eles não explicavam o conteúdo.
8	P2	É. A metodologia de ensino.
9	PQ	A parte... A metodologia para dar aula. Mas o cara não te explicava os fenômenos por trás, por exemplo, de uma evaporação?
10	P2	Não. Isso não.
	PQ	Não?
11	P2	Ai eu lembro disso.
12	PQ	Os conceitos, conceitos científicos, por exemplo, vamos falar de Ciências, vai. Você não lembra de ter visto?
13	P2	Eu não lembro disso. De conceitos, assim..
14	PQ	Então, você não teve, não lembra ou você acha que não teve?
15	P2	Eu estou tentando puxar assim pela memória para ver se eu..
16	PQ	Você teve uma disciplina lá, tipo, Química ou Ciências, aí lá você estudava a matéria, os conteúdos da matéria, não a maneira de ensinar os conteúdos.
17	P2	Isso. Agora na Pedagogia, você é, é ao contrário né..
18	PQ	Como assim?
19	P2	É o contrário, né. Você aprende como dar essa aula.
20	PQ	Depende da aula para ver o conteúdo.
21	P2	Isso.
22	PQ	Mas, e o conteúdo?
23	P2	Então, "teoricamente" você teria que já ter esse conteúdo.

Com base no episódio 7 vemos que P2 afirma não ter tido aulas em que o conteúdo específico foi abordado. Desse modo, afirma que durante sua formação foi dada ênfase em como lecionar os conteúdos de modo que o conteúdo em si foi suprimido.

Dessa maneira vemos que, segundo as afirmações de P2, temos, no curso de pedagogia frequentado por essa professora, a mesma situação que foi colocada por Shulman (1986) em relação à ênfase excessiva dada ao conteúdo pedagógico em detrimento ao conteúdo específico nos concursos públicos analisados por ele numa certa época nos Estados Unidos.

A partir desses dados procuramos planejar uma formação em serviço em que as professoras tivessem que construir conceitos científicos ao mesmo tempo em que eram expostas a estratégias argumentativas com as quais poderiam conhecer a estrutura de um laboratório investigativo e da argumentação científica e implementar isso em sala de aula.

Na entrevista com P3 identificou-se que sua formação no curso de pedagogia ocorreu de forma semelhante à formação de P1 e P2. No episódio 8 P3 também relata que seu curso de graduação não a preparou adequadamente para ser professora de Ciências no contexto da polivalência.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 8

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Entendi. E aí você não teve aula de, as aulas, as últimas aulas de Ciências que você teve foi até a 8ª série?
2	P3	Sim.
3	PQ	De lá para cá, você não teve mais nada de Ciências?
4	P3	Não.
5	PQ	Ah tá.
6	P3	Nada.
7	PQ	Isso significa que o teu curso de graduação não te deu nenhuma aula de Ciências?
8	P3	Não deu.
9	PQ	Tá, e a minha pergunta é: como que você vê então o teu curso de graduação te preparando para ser professora de Ciências de 1ª à 4ª?
	P3	De Ciências? Que eu me recordo uma coisa que tenha marcado? Não me lembro, PQ, realmente. Uma coisa assim que "nossa, me marcou", você vê eu lembro muito mais do tempo de 8ª série do que do curso. Quando eu não sei alguma coisa, hoje em dia para trabalhar, fazer com as crianças alguma coisa, vou buscar alguma coisa diferente, ou algum assunto, alguma atualidade, aí eu vou buscar. É jornal, internet, falar com você, falar com a coordenadora, eu vou buscar.
	PQ	Você vai num livro?
11	P3	Eu vou pesquisar, vou pesquisar, vou atrás de vídeo.
12	PQ	Então, quer dizer, se você, a minha pergunta é, se você acha que o teu curso preparou você para ser professora polivalente dando aula de Ciências?
13	P3	Não.
14	PQ	Não?
15	P3	Não, eu acho que falta isso também.

Observando o turno 10 vemos que P3 afirma não ter lembranças de aulas de Ciências durante sua graduação. Essa professora explicita que as últimas lembranças que possui dos conteúdos de Ciências são da 8ª série.

Sendo assim, afirma que quando sente falta de algum conteúdo emprega como fontes de pesquisa jornais, internet, professores mais experientes ou a coordenadora do curso para suprir a carência conceitual para lecionar Ciências. Perguntada acerca de quais mudanças faria no curso de pedagogia afirmou:

[...] Não porque na faculdade o que a gente tem muito é teoria, né PQ? Muita teoria. E são coisas que você estuda, que você lê, compreende, "puxa, bacana, é muita informação, é conhecimento" legal. Mas, na prática, você não usa quase aquilo que você aprende, é muito diferente, né. Então, eu acho que falta isso, eu, eu, se eu tivesse que mexer como você falou, o curso, a faculdade voltado para os professores, eu faria exatamente isso, eu prepararia, eu pensaria em algo para o curso que realmente trouxesse mais próximo possível dessa prática, da realidade mesmo, professor na sala de aula.

Vemos que na visão de P3 no curso de pedagogia há uma supervalorização da teoria. Contudo, afirma que boa parte dessa teoria não se aplica no cotidiano da sala de aula. Desse modo, acredita que no curso de pedagogia os professores deveriam vivenciar situações que os aproximassem ao máximo da situação de sala de aula.

Com base nessa resposta lhe foi perguntado acerca da presença de aulas envolvendo o conhecimento científico. No episódio interativo 9 observa-se qual é o grau de importância dado ao conteúdo por P3.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 9

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	E o conhecimento, o conteúdo científico, por exemplo? Em guardadas proporções. Você acha que valeria a pena ter, num curso desse, aulas que dariam um conhecimento científico um pouquinho mais aprofundado para o pedagogo?
2	P3	Eu acho que é importante, eu acho que tem que ter sim.
3	PQ	É?
4	P3	Para o pedagogo.
5	PQ	O cara saber um pouquinho de Química, um pouquinho de Física?
6	P3	Eu acho que tem.
7	PQ	Dentro de um nível esperado da 1ª à 4ª, por exemplo?
8	P3	Eu acho que é importante, tem que ter porque até porque você precisa, né, na sua prática.
9	PQ	Você sentiu falta disso?
10	P3	Ah, sente, senti falta, tanto que eu vou atrás, vou buscar, eu não tenho "ah, eu não sei". Ah, sou polivalente, eu vou dar um pouco de Ciências, Matemática, História, Geografia, enfim, o que eu não sei, eu vou atrás, eu procuro, pesquiso realmente porque eu acho que falta isso no curso, isso realmente ficou faltando, embora a gente estude, leia bastante, enfim, toda essa parte teórica, mas isso ficou faltando, eu acho que é importante sim.

Nesse episódio nota-se que P3 afirma que o pedagogo deveria ter um conhecimento específico do conteúdo mais aprofundado. Dessa forma, acredita que dominar conceitos básicos de Química e Física seria importante porque esses conceitos são necessários à sua prática docente.

No turno 10 observamos que o conteúdo específico tanto em Ciências quanto nas demais disciplinas faz falta para P3 durante suas aulas e que essa professora busca esses conceitos de forma alternativa, como citado anteriormente.

Na entrevista com P4 também identificou-se que essa professora, apesar de ter uma formação científica mais robusta sente falta do conteúdo específico ao lecionar Ciências na polivalência. Quando perguntada acerca de sua formação no curso de pedagogia e o preparo para lecionar afirmou.

[...] Então, você citou uma palavra aí muito importante. Polivalente! Todos veem a gente como polivalente. Então, você de certa forma, tem de ter um pouco de cada coisa. E você se vê nessa obrigação. Mas eu acho que a humildade do professor de primeira à quarta é ir e falar olha eu não sei isso. Como eu vou fazer isso? Quando a gente faz uma prova... Eu trouxe até uma prova pra você ver. A gente tem de se preocupar com o conteúdo de Ciências, com o conteúdo de Língua Portuguesa que você vai colocar nessa prova. E o que é mais importante, as estratégias que você vai utilizar. Se fossem só as estratégias eu acho que todo professor tiraria de letra. Por que? Porque a gente desenvolve muitas estratégias pra poder atingir as crianças. Mas, quando vai pra parte específica será que isso é correto? É correto quando uma criança pergunta pra você: *Por que quando um passarinho ficou ali no fio e ele não morreu eletrocutado?* Eu não sabia responder por que. Então, a gente teve de perguntar pra você. Eu acho que essa é a humildade do professor de primeira à quarta série. *Por que eu uso a crase aqui?* Por que essa prova voltou e isso não está correto? Assim, a gente acaba aprendendo. O professor de primeira à quarta série aprende todos os dias. Todos os dias a gente tá aprendendo. Por que? Porque a gente se cobra. A gente vê o que a gente fez de errado e a gente não aceita aquilo como... ah, isso tá errado... a gente aceita como uma crítica, uma crítica construtiva pra que a gente faça melhor. A gente já tem essa predisposição de pensar alguém precisa corrigir isso pra mim. Acho que isso é uma coisa que tá interiorizado na gente. Então, você tinha me perguntado, eu me perdi um pouco.

Nessas afirmações observa-se que P4 apresenta, em tom de desabafo, seu maior desafio ao lecionar Ciências nas séries iniciais. Para P4 ter de lidar com o conteúdo de diferentes disciplinas e responder as perguntas dos estudantes constitui-se em um grande desafio que permeia suas aulas.

Particularmente vemos que no ensino de Ciências surgem questões, como as citadas no trecho acima, para as quais P4 não possuía uma resposta imediata devido à sua formação incipiente nas disciplinas científicas.

Ao longo dessas entrevistas identificamos que as quatro professores apresentaram o desejo de dominar mais profundamente ao menos os conceitos científicos que estão relacionados com sua prática docente.

Nesse contexto identificamos ainda nessas professoras a predisposição para discutir esses conceitos e conhecer maneiras de incorporá-los em sua prática docente.

Conforme aponta Ducatti-Silva (2005) grande parte dos professores formados pelos cursos de magistério e nas licenciaturas em Pedagogia não estão aptos a lecionar ciências naturais uma vez que esses não são capazes de utilizar adequadamente a experimentação e por serem dependentes dos livros didáticos em relação à formação conceitual.

Afirma-se ainda que essa formação inadequada gera aulas em que o contexto sociocultural dos estudantes não é considerado impossibilitando que esses apliquem o conhecimento científico para ler e interpretar o mundo. No contexto dessa pesquisa vemos que esses dados sustentam o que é proposto na literatura (DUCATTI-SILVA, 2005).

Da mesma forma como se verifica na literatura (HAEFNER e ZEMBAL-SAUL, 2004; SMITH e ANDERSON, 1999), vemos com essas entrevistas que as professoras não tiveram oportunidades de se envolver em aulas com investigação e argumentação científica, durante suas vidas escolares, e que, portanto, não desenvolveram a compreensão da natureza do conhecimento científico e dos objetivos de investigações científicas.

É possível identificar também como um dos efeitos dessa formação incipiente que as professoras não são capazes de identificar concepções alternativas a respeito dos conteúdos relacionados a evaporação, ciclo da água e concepções atomísticas da matéria conforme se observa no fragmento do turno 208 da transcrição da entrevista dada por P1 mostrada a seguir.

[...] O experimento na cozinha foi fantástico, a PB acompanhou e foi até... foi bacana e eu aprendi porque na verdade eu, a gente falava “ah, o ar, o ar” e na verdade eu não sabia que eram moléculas de ar, que **quando o ar está quente as moléculas de ar, eu não sabia isso, né, que elas incham**. E no experimento, fizemos, falamos, tudo. Voltamos para a sala, num outro dia “lembra que a gente

fez um experimento na cozinha? Então, o balão, porque o balão quando ele precisa descer, precisa diminuir a quantidade lá de fogo?” “ah, porque as moléculas de ar”. Cara, fantástico, você, é 3º ano.

Analisando a texto anterior, constata-se também que P1 não considera que a afirmação de as moléculas incham não faz sentido do ponto de vista científico. Além disso, conforme será observado adiante neste trabalho essa concepção é apresentada pelas quatro participantes dessa pesquisa.

Ressaltamos que neste trabalho 75% das professoras tiveram como trajetória alguma exposição a conceitos científicos até a 8ª série de modo que após esse nível escolar não tiveram mais nenhum contato formal com esses conceitos.

Ressaltamos ainda que, embora sejam necessários mais estudos no sentido de comprovar se essa situação, configura-se na realidade da formação de professores polivalentes no Brasil, esses dados, neste trabalho, serviram de base para conhecer o contexto em que ocorreriam as interações entre PQR e as professoras e para pensar estratégias que levassem essas professoras a se engajar no ensino investigativo e na argumentação e que ao mesmo tempo lhes auxiliasse a dominar alguns conceitos básicos relacionados a evaporação e ao ciclo da água.

3.3. As aulas experimentais de PB

Esta análise foi feita a partir dos registros em vídeo realizados durante as aulas experimentais em que PB ministrou para os estudantes da professora P4. Destacamos que aulas com as mesmas características ocorreram com os estudantes das demais participantes desta investigação.

Desse modo, as análises apresentadas nesse tópico mostram o comportamento de PB, seus objetivos e intenções ao lecionar essas aulas, bem como as concepções enganosas que surgiram nesse processo.

A partir disso foram transcritos e analisados os episódios interativos em que apareceram turnos em que os objetivos, as intenções de PB e concepções enganosas foram identificadas.

Foram analisadas duas aulas totalizando 70 minutos e 26 segundos em que PB realizou as cinco atividades experimentais propostas no material didático escrito já analisadas anteriormente no item 3.1.

Durante essas aulas os estudantes não fizeram qualquer atividade mão na massa. Dessa maneira, PB optou por fazer demonstrações experimentais que visam cumprir estritamente os objetivos pré-determinados na proposta experimental para cada atividade. Essas aulas ocorreram respectivamente nos dias 07/03/2012 e

21/03/2012, no período da manhã em que as temperaturas no interior do laboratório eram respectivamente 28 e 29 graus Celsius.

Todas as aulas experimentais foram acompanhadas pelas professoras de modo que essas, na maior parte do tempo, se comportaram apenas como expectadoras. Quando fizeram alguma intervenção foi no sentido de corroborar as afirmações de PB ou procurar explicitar alguma fala de um estudante que não estava conseguindo explicar sua dúvida.

3.3.1 A primeira aula experimental

Nessa aula PB realizou os dois experimentos propostos nas atividades intituladas:

- (i) Observar a evaporação da água (Atividade experimental).
- (ii) Verificar a existência de vapor de água no ar (Atividade experimental 2).

3.3.1.1 Os episódios interativos presentes na atividade experimental 1

Ao realizar essa aula vemos que PB optou por seguir a ordem proposta para as atividades experimentais presente na apostila. Conforme se verifica no episódio interativo 1 PB objetivava estabelecer uma relação entre as aulas ministradas em sala de aula e a demonstração experimental que seria realizada no laboratório.

Desse modo, procurou iniciar a aula sondando as concepções prévias acerca da composição do ar.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 1

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PB	O que vocês vieram fazer aqui hoje? Vocês estão estudando em ciências o quê?
2	E1	As nuvens.
3	PB	As nuvens! Que mais? Mas o que são as nuvens? Alguém sabe explicar?
4	E2	São gotículas de água. (Levantando a mão e respondendo em seguida.)
5	PB	São gotículas de água? Mas eu olho pro céu e vejo as nuvens e não cai água em mim. (Apontando para a janela.)
6	E2	Mas são gotículas bem minúsculas. (Apontando para a janela.)
7	PB	Mas como que eu olho pra nuvem... Se a gente olhar pela janela tem lá umas nuvens e não tá chovendo. (Apontando para a janela.)
8	E2	É por que é vapor.
9	PB	A tá! Então é assim. Lá na apostila de vocês tem uns experimentos que a gente vai fazer aqui hoje.

Nos turnos 1 e 3, vemos que PB procurava resgatar os conteúdos que estão sendo estudados em sala de aula. Seu objetivo é inicialmente discutir do que são formadas as nuvens.

Podemos inferir que a intenção de PB é provar para os estudantes que as nuvens são formadas por vapor de água. Isso pode ser observado analisando o tratamento que PB dá à afirmação de E2 no turno 4.

Vemos no turno 5 que PB questiona se as nuvens são mesmo formadas por gotículas. PB apresenta uma situação tida, segundo suas concepções, como extraordinária, com a finalidade de enfraquecer o argumento dado por E2 no turno anterior.

No turno 6, E2 na tentativa de sustentar sua tese, afirma que as nuvens são formadas por gotículas de água minúsculas. Assim, a partir desse contexto, E2 parece acreditar que as gotículas poderiam ficar pairando no ar e dessa forma participar da constituição das nuvens.

No turno 7, observa-se que novamente PB refuta a afirmação de E2. Vemos que PB apresenta a concepção enganosa de que as nuvens são formadas por vapor. Conforme citado anteriormente no trabalho de Thompson e Logue (2006) na concepção científica vigente acerca da formação das nuvens afirma-se que essas são formadas por gotículas de água ou por pequenos cristais de gelo que são mantidos em suspensão na atmosfera devido a convecção do ar.

Desse modo, embora em parte, a afirmação de E2 encontre respaldo na concepção científica para a constituição das nuvens (THOMPSON e LOGUE, 2006) PB refuta E2 afirmando que se as nuvens fossem formadas por gotículas de água essas deveriam se precipitar. A partir desse argumento nota-se no turno 8 que E2 reformula sua afirmação propondo que as nuvens são formadas por vapor.

No turno 9 temos uma forte evidência de que a intenção de PB era provar que as nuvens são formadas por vapor conforme se observa na transcrição abaixo.

Ah tá! Então é assim. Lá na apostila de vocês tem uns experimentos que a gente vai fazer aqui hoje.

Observa-se que PB inicia o turno concordando com a afirmação de E2. Assim, mostra que E2, ao afirmar que as nuvens são formadas por vapor, atingiu o objetivo proposto para a introdução dessa aula.

É possível perceber que PB inicialmente não empregou a explicação presente no manual do professor para a constituição das nuvens. No item 3.1.1 mostramos que no material do professor afirma-se que as nuvens são formadas apenas por gotículas de água. Vemos ainda no episódio interativo 1 que E2 emprega esse termo. Isso

ocorreu porque, conforme veremos (na análise da aula de P4 após a aula de PB) mais adiante, P4 também incorporou essa terminologia à sua aula afirmando que as nuvens são formadas por gotículas de água.

Na apostila vemos que há referência explícita à presença de gotículas de água nas nuvens conforme se observa na figura 16. Por conta disso, tanto P4 quanto E2 citam a relação entre as nuvens e as gotículas de água. Assim, verificamos que por força do material didático P4 desconsiderava a afirmação de PB em suas aulas. Além disso, ressaltamos ainda que nem P4 nem as demais professoras identificaram a concepção alternativa na afirmação de PB durante as aulas ou fizeram menção a essa concepção durante a formação em serviço.

Nesse contexto observamos que PB explica a composição das nuvens com base em uma concepção alternativa que não foi gerada a partir do manual do professor ou da apostila de sala de aula. Observamos ainda que PB inicialmente desconsiderava o que está presente no material didático escrito durante esse momento da aula e passou a considerar a presença de gotículas nas nuvens em outro momento da aula como veremos no episódio interativo 4.

Na sequência do turno 9 vemos que a partir da constatação de que o vapor está presente nas nuvens serão realizados os experimentos propostos na apostila. Conforme verifica-se no episódio interativo 2 PB procura relacionar estritamente o aquecimento ao fenômeno de evaporação.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 2

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PB	Temperatura ambiente. Então o que eu fiz? Eu peguei essa água que tava na temperatura ambiente... e coloquei no fogão. Começou a esquentar, esquentar. Essa água tá gelada quente ou muito quente?
2	AE	MUITO QUENTE. (Alguns estudantes em coro.)
3	PB	Posso colocar meu dedo?
4	AE	NÃAAAO.
5	PB	Por que?
6	E2	Porque vai queimar!
7	PB	Se não vou me queimar. Só que espera aí.
8	E4	E o seu dedo vai ficar roxo. (Comentário ignorado por PB.)
9	PB	A água da torneira... Qual é a diferença pra essa água e pra aquela água? Aquela água tá saindo fumaça? (Apontando para torneira e pra panela respectivamente.)
10	AE	NÃAAAO.
	PB	E essa?
11	AE	TÁ.
12	PB	Qual é o nome dessa fumaça?
13	AE	Vapor, vapor.
14	PB	Vapor d'água. Certo? Então só sai fumaça, só sai o vaporzinho de água, na água que tá muito quente.

O episódio interativo 2 se desenvolve enquanto a água contida em uma panela é aquecida em um fogão elétrico sobre a bancada do laboratório próxima a PB conforme representado na figura 12.

Do início do episódio até o turno 9 PB procura construir com os estudantes a importância da diferença de temperatura na formação de vapor de água. Procura mostrar que somente a água aquecida gera vapor. Vemos ainda que o vapor é considerado como sendo uma fumaça.

Assim, identificamos mais uma concepção enganosa ao nomear o vapor de água de fumaça. Essa concepção é enganosa porque a fumaça é considerada como a mistura de sólidos particulados e o ar e portanto não é vapor de água.

Osborne e Cosgrove (1983) identificaram essa mesma concepção investigando as concepções a respeito das mudanças de fase da água de estudantes entre 8 e 17 anos.

Nesse estudo, do mesmo modo como se observa no episódio interativo 2, em vez dos estudantes identificarem que a dispersão que se forma acima da água em ebulição é o resultado da formação de gotículas de água que surgem a partir da condensação de vapor de água no ar, eles admitiam que a substância esbranquiçada que saía da água em ebulição era fumaça.

Portanto, a partir da literatura e dos dados do episódio 2 vemos que as concepções alternativas de PB a respeito da formação de vapor na ebulição é uma concepção enganosa frequente entre os estudantes e que essa foi compartilhada pelos estudantes e pelas professoras participantes desta pesquisa.

Do episódio 2 é possível identificar ainda outra concepção alternativa que também é corroborada pelos participantes dessa pesquisa. Ao longo desse episódio, objetivando mostrar a influência da temperatura, PB procura demonstrar experimentalmente que a formação de vapor somente ocorre caso a água seja aquecida intensamente.

No turno 14 PB afirma que a água deve estar muito quente para que ocorra a formação de vapor. Vemos nesse contexto que além de usar a linguagem do cotidiano – empregando os termos quente e frio – desconsiderava que a formação de vapor pode ocorrer em 0 °C ou acima dessa temperatura, na pressão ambiente.

Dados semelhantes foram encontrados por Moreira, Trentin e Moreira (2008) em que ao investigar as concepções acerca de evaporação verificou que entre 140 estudantes do 3º ano do Ensino Médio 60% acreditavam que na temperatura ambiente as moléculas de água ficavam paradas e que a evaporação somente era possível a 100 °C.

As explicações desses estudantes baseavam-se na ideia de que no ambiente a 25 °C as moléculas de água não podem evaporar por falta de energia, como se verifica na frase de um dos grupos.

[...] Na água líquida em temperatura ambiente, as moléculas ainda não evaporaram, pois ainda não foi atingida a temperatura de ebulição... a água está a 100°C, sendo assim, as moléculas possuem energia suficiente para evaporar.

Esses estudantes traziam a concepção de que as moléculas somente possuem energia cinética na temperatura de ebulição ou acima dela. Questionados a respeito da origem dessa concepção, relataram a influência da escola (aulas de Ciências, desde o Ensino Fundamental I e as aulas de Química e Física a respeito das curvas de aquecimento), suas observações cotidianas e dos modelos mentais que eles construíram para interpretar o mundo até aquele momento.

Com base em todos esses dados podemos inferir que aulas em que se discute evaporação como mostrado no episódio 2 podem ser, pelo menos em parte, geradoras das concepções enganosas, identificadas por Moreira, Trentin e Moreira (2008), entre os estudantes do Ensino Médio.

No episódio interativo 3 temos outro aspecto importante a respeito das concepções de PB acerca do conceito de temperatura. Na atividade experimental 1 PB aquece a água em uma panela destampada. Após todos constatarem a condensação de vapor no ar acima da panela afirma-se que a panela será tampada e pergunta-se aos estudantes o que esses esperam que irá ocorrer.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 3

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PB	E se eu colocar essa tampa aqui o que vocês acham que vai acontecer? Alguém sabe? (Pegando a tampa e posicionando-a cerca de 30 cm sobre a panela.)
2	E5	Vai prender o vapor.
3	PB	Vai prender o vapor.
4	E6	Vai ficar mais quente porque o vapor tá quente. (Erguendo a mão para falar.)
5	PB	Hum! E vai acontecer alguma coisa com a tampa? (Mostrando a tampa para os estudantes.)
6	AE	Nãaaao.
7	E5	Só vai ficar molhada.
8	PB	Vai ficar molhada? Essa tampa tá seca? (Mostrando a tampa para os estudantes.)
9	AE	SIM! (Coro de poucos estudantes.)
10	PB	E essa tampa tá quente ou tá fria? (Mostrando a tampa para os estudantes.)
	AE	Fria.
11	PB	Fria. Eu vou tampar a nossa panela. Vamos esperar alguns minutinhos. (Posiciona a tampa sobre a panela.)
12	E7	Ela vai ficar quente.
13	PB	Será que a tampa vai ficar quente? A tampa tava... geladinha.

Nesse episódio procurava-se mostrar para os estudantes que haverá condensação de vapor na tampa por que essa está fria. Existem duas concepções enganosas mostradas por PB nesse episódio.

Em primeiro lugar essa professora empregava impressões tácteis para julgar qual é o grau de agitação térmica da tampa da panela. É possível notar também que os estudantes corroboram essa ideia possivelmente porque já viveram a experiência de tocar em um metal e ter a sensação de resfriamento.

Conforme sugerem Mortimer e Amaral (1998) a prática de usar nosso corpo como um termômetro é muito frequente mesmo na sociedade moderna. Mesmo os estudantes sabem que as mães costumam avaliar a temperatura do leite na mamadeira colocando algumas gotas na região dorsal das mãos. Esses autores afirmam ainda que o estado febril é, na falta de um termômetro, identificado colocando a mão sobre a testa da criança. Contudo ressaltam que, essas sensações em muitas circunstâncias são ilusórias.

Porém, no contexto dessa pesquisa vemos que empregar as mãos com a finalidade de detectar a temperatura dos objetos é uma prática enganosa que não poderia ser identificada como tal pelas professoras e pelos estudantes.

Isso demanda ter conhecimentos da estrutura do metal e de suas propriedades além de conhecimento do Princípio Zero da Termodinâmica (PZTD) de modo a compreender que a tampa da panela não poderia estar geladinha, como se afirma no final do turno 13 do episódio 3, porque essa estava em equilíbrio térmico com o ambiente do laboratório.

Com base nesses dados identificamos um entrave relacionado à formação das professoras para que essas não apresentem essas concepções prévias ao lecionar evaporação. Esse entrave surge durante sua formação básica durante as experiências ao lidar com o mundo, do desconhecimento do PZTD, do desconhecimento da teoria cinético molecular etc.

Em segundo lugar vemos também que PB considerava que há uma relação diretamente proporcional entre o resfriamento e a condensação e que o resfriamento é o único modo de ocorrer a condensação. Osborne e Cosgrove (1983) também encontraram concepção semelhante em sua investigação, pois identificaram que os estudantes acreditavam que quanto mais fria fosse a superfície maior seria a condensação.

Outro aspecto que não é levado em conta por PB é que a saturação de vapor também causa a condensação. Nesse caso não é obrigatório que o vapor encontre uma superfície de menor temperatura para se condensar.

Assim, em um recipiente fechado, por exemplo, o vapor confinado pode atingir uma pressão em que a condensação isotérmica ocorre espontaneamente (McDONALD, 1962). Desse modo, considerar que a condensação ocorre somente devido ao resfriamento do vapor é um modo reducionista de explicar o fenômeno.

Não defendemos com isso que as professoras deveriam dominar os conceitos de Físico-Química do modo como proposto por McDonald (1962). Contudo, observamos aqui que mesmo o fenômeno de condensação por saturação de vapor estando presente no cotidiano das professoras, devido à ausência de uma base

teórica mínima, é mascarado pela ideia de choque térmico.

Com esses dados vemos que fenômenos aparentemente simples como evaporação e condensação, para serem entendidos com maior profundidade, requerem dominar e articular conceitos básicos de estrutura da matéria e termodinâmica.

Vemos ainda que no contexto das aulas de laboratório dadas por PB, é favorecido o surgimento de concepções alternativas entre os professores e estudantes.

Identificamos também que a concepção de que as nuvens são formadas por vapor não foi incorporada pelos estudantes e que, portanto, as concepções presentes no material didático escrito se sobrepuseram às concepções apresentadas por PB no episódio 1.

Porém, como veremos mais adiante nesta análise e no item 4.1 quando no material didático não há uma conceituação diferente da concepção enganosa proposta por PB, essa se incorpora espontaneamente ao repertório conceitual das professoras.

Foi identificada ainda durante essa aula experimental a falta de coerência interna no discurso de PB, conforme citado anteriormente. No episódio interativo 1 PB afirmou que as nuvens eram formadas por vapor de água. Contudo, conforme se pode identificar no episódio interativo 4 PB mudou seu discurso de modo a afirmar que as nuvens possuem gotículas de água.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 4

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PB	Então é a mesma coisa óóóó. Vamos supor que a nossa panela... é o nosso mar. Então tá batendo o Sol aqui, tá esquentando... pra onde tá indo o vapor? (Alguns estudantes levantam a mão mas não recebem a palavra. PB ergue a mão mexendo os dedos.)
2	AE	Pra cima.
3	PB	Lá pra cima. Lá pro céu. Lá no céu será que vai tá tão quente assim?
4	AE	NãAAAAO.
5	PB	Não. Vai tá mais frio não vai? Vamos imaginar que a nossa tampa é o céu. Então óóóó... Olha lá o nosso mar tá esquentando e tá... a água tá evaporando. Tá indo pra onde? (PB ergue a tampa e eleva o corpo apoiando-se na ponta dos pés. Os estudantes continuam com a mão erguida mas não recebem a palavra.)
6	E?	Tá indo pra Terra.
7	E6	Pro céu.
8	PB	Tá indo pro céu. O vapor da água do mar tá indo pro céu que aqui a gente tá imaginando que é a tampa da panela. Aí o que acontece? Lá no céu formam-se as gotículas de água que é igual aqui na tampa da panela. Ai vai acumulando, acumulando, acumulando essas gotículas de água até elas ficarem bem grandes. Ficar uma gota d'água. E aí o que acontece com essa gota d'água que vai ficando pesada? Ela cai! Que aí acontece as nossas chuvas. O vapor que tá subindo do mar que tá quente, foi subindo, subindo, subindo e lá no céu tava frio e aí teve essa... esse choque térmico. Perdeu calor. Ai foi acumulando gotículas de água, acumulando até as gotículas ficarem gordas lá, ficarem grandes e chove. Entenderam? Fala. (PB ergue e abaixa a tampa durante a fala. E2 e E5 mantêm as mãos erguidas. E2 troca de posição e posiciona-se de frente para PB.)

No turno 8 do episódio 4 vemos, no texto em negrito, a explicação de que as nuvens são formadas por gotículas de água. Essa afirmação é empregada para

explicar como ocorre a precipitação atmosférica das gotas de água formando a chuva.

Observa-se que PB possui a concepção de que as gotas precisam engordar para que essas fiquem pesadas o suficiente para cair. Assim, identificamos a concepção de que coisas pequenas flutuam e que coisas grandes caem. Esse tipo de concepção também foi identificada por Thompson e Logue (2006) entre estudantes de 6 a 15 anos.

Porém, conforme afirmam Thompson e Logue (2006) as coisas flutuam ou caem em um fluido dependendo da combinação de sua densidade, fluidez e de efeitos relacionados à tensão superficial. Além disso, particularmente no caso da chuva devemos considerar a convecção atmosférica e seu papel na dinâmica da movimentação das partículas na atmosfera.

Sendo assim, com base nos dados encontrados até esse momento nesta análise acreditamos que durante essa aula os estudantes deveriam refletir a respeito de questões tais como:

- a) Quais são os prováveis constituintes das nuvens?
- b) Em quais condições pode ocorrer condensação de água?
- c) Qual é o grau de confiabilidade das sensações táteis para medir a temperatura dos corpos?
- d) Por que as nuvens podem ser formadas por gotículas de água e/ou por partículas de gelo?
- e) Por que as gotículas de água ou partículas de gelo se sustentam nas nuvens?
- f) Por que é necessário haver a formação de gotas de água para haver a chuva?

Afirmamos que essas questões são apenas alguns exemplos de pontos de partida para a reflexão que deveriam estar presentes em aulas envolvendo o ciclo da água pois com isso é favorecido que as concepções enganosas identificadas nesta análise sejam desfavorecidas.

Desse modo acreditamos que esses questionamentos devem estar presentes em cursos de formação de professores de Ciências, independentemente do seu nível de atuação uma vez que com os dados obtidos até o momento vemos que as concepções enganosas identificadas podem estar presentes ou são aceitas pelos professores de um modo geral.

Com base nesses dados concordamos novamente com Schnetzler e Rosa (1998) quando essas autoras afirmam que o processo de ensino e aprendizagem de Ciências é dificultado ou até mesmo inviabilizado pelas ideias que circulam nas escolas.

Sendo assim, ressaltamos também o papel da escola, principalmente considerando as séries iniciais, na formação dos futuros professores uma vez que todos passam pela escolaridade básica e que nessa há o surgimento de muitas concepções alternativas que, se nunca forem trabalhadas, irão permear a prática docente dos professores por toda a sua carreira e irão se perpetuar nas gerações dos futuros professores de Ciências.

3.3.1.2 Os episódios interativos presentes na atividade experimental 2

Na atividade experimental 2 PB procurava reforçar a ideia de que é necessária uma superfície fria para que haja a condensação de vapor de água. Para isso empregou um copo de vidro e água contendo cubos de gelo.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 5

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Tá na temperatura ambiente, certo? O que a gente vai fazer? Vocês me falaram que esse copo tá seco e tá em temperatura ambiente. O que é que eu vou colocar aqui? Água gelada. Vamos ver o que vai acontecer. Óóó tem água aqui com gelo. Vou jogar essa água gelada aqui no copo... Coloquei água gelada no copo. Vamos esperar pra ver o que vai acontecer com esse copo. O que vocês acham que vai acontecer com esse copo? (PB realiza o experimento sobre a bancada da pia e se movimenta entre os estudantes com um copo contendo água gelada na mão.)
2	E3	Vai ficar gelado.
3	PB	Só gelado?
4	E2	MUITO GELADO!
5	E3	Gelado e molhado.
6	PB	O copo vai ficar molhado... por dentro ele já tá molhado porque a gente colocou a água.
7	E6	E por fora também vai ficar molhado.
8	PB	Então o copo tá furado?
9	AE	NAAAAO.
10	E2	É porque tá muito frio e vai fazendo vapor que vai ficando no vidro.
	PB	Óóó. O que aconteceu? Não põe a mão. O que aconteceu com o copo? (PB passa entre os estudantes colocando o copo próximo aos seus olhos.)
11	E1	Ficou todo meio embaçado.
12	PB	Ele embaçou. Embaçou... não embaçou? Olha aqui. O copo embaçou?
	E5	Às vezes quando esse vapor de água fria... ele faz esse experimento aí o copo sua. Porque, sabe quando a gente coloca um copo, que não fica até a boca, com água gelada e você coloca na mesa. Aí quando você volta ele tá molhado. É porque ele suou.
14	PB	Mas então. O copo sua igual a gente? (E2 ergue a mão porém não recebe a palavra.)
15	AE	NAAAAO.
	PB	Mas aqui óóó ele não ficou embaçado? Se eu passar o dedo eu vou ver que ele tá molhado. Daqui a pouco vai formar gotículas de água... por fora desse copo. Mas espera aí como é que se formam as gotículas de água se a água... primeiro que a água não tá quente... e a gente ferveu lá, bateu na tampa e a gente viu que formou as gotículas de água. Por que? Porque o vapor ele tava subindo ele tava batendo. Não tava batendo num lugar? Mas aqui não tá batendo em nenhum lugar e não é água quente é água fria. (Todos os estudantes ficam atentos ao copo nas mãos de PB e nas explicações. E2 se mantém com a mão erguida.)
17	E1	O próprio gelo ele pode fazer isso, porque o gelo antes de ser gelo mesmo ele era água.

No episódio interativo 5, do mesmo modo como feito anteriormente, PB procurou sondar os estudantes no sentido de identificar quais são suas expectativas

em relação ao resultado experimental obtido ao colocar a água contendo gelo dentro do copo.

Nesse episódio PB objetivava que os estudantes reconhecessem que o vapor do ambiente ao entrar em contato com a superfície fria do copo formava as gotículas de água.

Contudo, conforme vemos no turno 10, 13 e 17 os estudantes apresentaram explicações desalinhadas do objetivo de PB. Vemos no turno 10 que E2 afirmou que a superfície fria do copo produz vapor e que esse vapor vai se acumulando na superfície do copo. No turno 13 E5 argumentou que a formação de gotículas nas paredes externas surge devido ao suor do copo.

Além disso, no turno 17 E1 afirmou que as gotículas de água surgem a partir do descongelamento dos cubos de gelo porque antes do gelo se formar ele era água.

A partir desses dados PB procurou levar os estudantes a relacionar os resultados experimentais da atividade 1 com os resultados obtidos na atividade experimental 2 conforme nota-se no episódio interativo 6.

Nos turnos de 1 a 5 PB buscou mostrar aos estudantes que os resultados experimentais obtidos na atividade experimental 1 devem ser empregados para interpretar os resultados experimentais da atividade 2.

Vemos que para PB as duas atividades são análogas e que essas tem um ponto convergente. Em ambos os casos PB relaciona a condensação à perda de calor.

Desse modo, vemos que apresenta uma forma de pensar o conceito de calor que está mais relacionado com a teoria do calórico do que com o conhecimento científico vigente e que ainda se aproxima das concepções de calor construídas durante os primeiros contatos com esse construto durante a infância conforme apontam Clough e Driver (1985) e que persistem, em muitos casos, até a universidade e pós-graduação.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 6

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PB	Mas espera aí, será que tem a ver com a temperatura do copo e da água? Porque lá pra formar as gotículas de água o vapor de água que tava saindo da panela quente... o vapor tava quente e a tampa tava?
2	AE	Fria.
3	PB	Tava fria. Então esse contato do vapor de água quente com a tampa fria deu?
4	E3	Gotículas de água.
5	PB	Deu gotículas de água porque perdeu calor o vapor d'água que tava quente tava entrando em contato com a superfície que tava fria. E aqui? A água não tava gelada? O copo tava a que temperatura que vocês falaram pra mim (Mostrando o copo).
6	E1	Ambiente.
7	PB	Ambiente. A temperatura ambiente é mais fria ou mais quente que a da água gelada?
8	E2	Ela é mais ou menos. Ela não é nenhuma das duas.
9	E4	Nenhuma das duas.
10	E2	Ela é ambiente!
	PB	Então, mas a temperatura ambiente ela é mais gelada que a da água? Que a água aqui? Não ela

		é mais quente. Não é? Então gente pensem. É melhor vocês fazerem uma comparação com o primeiro experimento. Se o copo estava em temperatura ambiente e a gente colocou a água que tava gelada... O que aconteceu? Não teve esse mesmo choque térmico? O gelado com a temperatura ambiente? Foi a mesma coisa que a panela. Só que a panela foi o quente com a tampa que tava na temperatura ambiente. Aqui foi o gelado com o copo que tava na temperatura ambiente. Entendeu? Então o que acontece. Isso daqui é pra provar pra gente que aqui dentro da sala tem ar e tem o vapor d'água. Por que? A água não tava gelada? O copo ele não tá, aqui, na temperatura ambiente? Ele tá rodeado por ar... esse copo? Sim ou não?
11	AE	Sim (Poucos estudantes falam).
12	PB	Aqui nessa sala inteira tem o ar. Só que o ar a gente não consegue ver por que?
13	E2	Porque ele é transparente.
	PB	Porque ele é transparente, ele é invisível. Então o vapor da água, o vapor d'água que tem dentro dessa sala que a gente não consegue ver porque é invisível entrou em contato com esse copo de água que tava gelada. Por isso que formou as gotículas de água. Por causa da temperatura ambiente do copo com a água gelada... criou esse impacto. Entendeu? Então o vapor, que tá aqui e a gente não vê, voltou para o estado líquido. Por isso que formou essas gotículas de água. Se vocês repararem óóóó... tá cheio de pontinhos. Vocês estão vendo no copo o que são esses pontinhos em volta do copo? (PB argumenta segurando o copo e se movimenta entre os estudantes mostrando a superfície externa do copo.)
14		

Observa-se ainda que a concepção da perda de calor apresentada por PB a leva, no turno 10, a argumentar que o choque térmico é a força causadora da formação de gotículas de água. Desse modo, afirma que a condensação somente é possível a partir de uma espécie de impacto térmico que ocorre entre o quente e o frio.

Segundo essa concepção ou o vapor deve estar muito quente ou a superfície em contato com esse vapor deve estar muito fria como também constatado por Osborne e Cosgrove (1983).

Identificamos ainda no turno 14 falta de coerência interna no discurso de PB. No início desse turno PB afirma que o ar e conseqüentemente o vapor de água são invisíveis.

Por outro lado, como nota-se no episódio interativo 1 PB leva E2 a admitir que as nuvens são formadas por vapor e portanto se as nuvens são visíveis o vapor com base nesse contexto também é visível.

Ainda em relação ao turno 10 vemos que a orientação para o ensino de Ciências de PB está alinhada com as orientações presentes no material didático. Assim, essa professora cumpre os objetivos propostos para cada atividade experimental.

Ao analisarmos as atividades experimentais verificamos (conforme quadro 6) que essas apresentam baixo grau de liberdade intelectual (PELLA, 1969) uma vez que essas se baseavam em situações-problema criadas para provar os argumentos presentes na apostila, conforme observa-se no quadro 5.

Dessa forma, observa-se essa orientação cristalizada na prática docente de PB na frase a seguir retirada do turno 10:

Isso daqui é pra provar pra gente que aqui dentro da sala tem ar e tem o vapor d'água.

Com base nas análises da primeira aula experimental ministrada por PB identificou-se as seguintes concepções alternativas:

- a) Nuvens são formadas apenas por vapor de água.
- b) O vapor somente se forma se houver aquecimento.
- c) Fumaça e vapor são a mesma coisa.
- d) Por meio do tato é possível comparar as temperaturas dos corpos.
- e) Os diferentes materiais possuem temperaturas diferentes mesmo sob as mesmas condições ambientes.
- f) A tampa da panela nas condições ambientes é gelada.
- g) Para haver a condensação de gotículas de água deve haver choque térmico, por meio de um resfriamento brusco e intenso.
- h) Coisas finas sempre flutuam e coisas grandes sempre caem.
- i) A chuva ocorre porque as gotículas de água engordam.

Vemos com base nisso que mesmo os professores especialistas podem possuir muitas concepções alternativas acerca dos fenômenos envolvidos na evaporação, condensação, formação das nuvens e formação das chuvas.

Com esses dados observa-se que mesmo em aulas experimentais acerca desses fenômenos, ministradas para estudantes do Ensino Fundamental I, deve se tomar cuidado com a interpretação dada aos resultados experimentais e as propostas e orientações presentes nos materiais didáticos escritos.

Mais uma vez ressaltamos a proposta de Carvalho (2010) de que as aulas do tipo *prove que* e suas receitas de bolo devem ser substituídas por aulas em que os estudantes tenha a liberdade intelectual de investigar por que devemos acreditar em algo em vez de simplesmente provar que algo é verdade.

Na sequência será analisada a segunda aula experimental de PB também com a finalidade de identificar a presença de concepções alternativas de modo a entender todo o contexto conceitual que permeou as duas aulas e posteriormente detectar a influência de PB na prática docente das professoras polivalentes.

3.3.2 A segunda aula experimental

Nessa etapa foram apenas realizados dois últimos experimentos propostos no material didático denominados:

- (i) Observar que o ar quente sobe (Atividade experimental 3).
- (ii) Observar que as plantas liberam vapor de água por meio de transpiração (Atividade experimental 4).

Além desses experimentos PB realizou outro experimento que não constava no material didático escrito. Esse experimento foi feito em primeiro lugar com uma espécie de gancho para o experimento de observação de que o ar quente sobe.

3.3.2.1 Os episódios interativos presentes na atividade experimental proposta por PB

Vemos, no episódio interativo 7, que PB procurava introduzir os estudantes na ideia de impenetrabilidade.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 7

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PB	Só que por exemplo onde eu tô... deixa eu ver você (PB chama um estudante pra próximo da posição que ela ocupava). Você é a vítima agora. Ele tá aqui... nesse espaço. Fica aqui (falando com um estudante). Ele tá nesse quadro. Eu consigo ocupar o mesmo espaço que ele nesse quadro?
2	E2	Não porque você é maior.
3	PB	Ah! Porque eu sou maior e porque não dá. Não tem jeito. Só se eu empurrar ele (empurrando o estudante) eu consigo ocupar o mesmo espaço. Então pera aí. Vocês disseram... pode sentar obrigado (PB se refere ao estudante em pé próximo dela).
4	E	O que foi que (inaudível).
5	PB	Não. Aí é outra coisa. Se... vocês me disseram que dentro dessa sala tem ar, mas eu não tô conseguindo ver.
6	E2	Porque o ar... ele é invisível.
7	PB	Porque o ar é invisível. Muito bem. Mas vem cá... o ar ele ocupa espaço?
8	AE	Sim.
9	PB	Como? Quem consegue me explicar como o ar ocupa espaço? (E2 ergue a mão pedindo a palavra) Você sabe me explicar como o ar ocupa espaço? Pera aí. (PB fornece um microfone para E2 falar)
10	E2	É porque o ar ele não pega um espaço grande. Ele só pega o espaço...eu não sei. (Risos)
	PB	Você sabe? (referindo-se a outro estudante próximo de E2)
11	E	O ar ele fica em volta de nós. Então se sobrou um espacinho ele entra também e ele fica em volta de nós.
12	PB	Tá certo. Então oh. Eu vou fazer um experimento oh! Eu vou fazer um experimento novo que não tem na apostila e vocês vão me falar se o ar ocupa espaço ou não.

Nesse episódio nota-se que PB procurou construir com os estudantes a ideia de que dois corpos não podem ocupar o mesmo espaço ao mesmo tempo. Além disso, objetivava mostrar aos estudantes que mesmo o ar sendo invisível ocupava espaço. No turno 11 notamos que o estudante E apresenta a mesma concepção acerca da constituição da matéria em que os estudantes manifestavam a ideia de que a natureza abomina o vácuo.

Conforme relatado por Mortimer (1995) muitos estudantes têm dificuldade de aceitar que entre as partículas há espaços vazios. Nesse contexto, como afirma esse autor, os estudantes tendem a propor um modelo contínuo para explicar a constituição da matéria. No turno 11 notamos que E propõe que se por algum motivo surgir um espaço na matéria esse deve ser preenchido com ar.

Observa-se no turno 12 que PB corrobora essa ideia e que a partir disso iria fazer um experimento que não fazia parte das propostas experimentais do material didático dos estudantes.

Ao citar no turno 12 que irá fazer um experimento para que os estudantes digam, a partir dos resultados experimentais, se o ar ocupa ou não espaço, vemos novamente que PB procura empregar a experimentação para provar algo em vez de levar os estudantes a investigar a situação-problema.

No experimento realizado por PB foi introduzido um tubo de ensaio contendo ar atmosférico em um copo béquer contendo água com corante amarelo até a metade do volume do recipiente.

Antes de introduzir o tubo de ensaio na solução amarelada no interior do béquer PB apresentou o tubo aos estudantes e perguntou-lhes se dentro do tubo de ensaio havia ar.

Todos os estudantes prontamente afirmaram que o interior do tubo estava preenchido com ar atmosférico. Assim PB introduziu o tubo no líquido e, mostrando o resultado experimental, perguntou aos estudantes se a água entrou no interior do recipiente.

Com isso procurou provar, para os estudantes, o conceito de impenetrabilidade da matéria. Nesse contexto, intentou-se demonstrar que mesmo o ar sendo invisível ele ocupa espaço de modo a não permitir que nenhuma porção de água entre no recipiente conforme episódio interativo 8.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 8

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	O que aconteceu? O ar não tá ocupando espaço no tubo?
2	E2	Então o ar empurra pra baixo.
3	PB	Então... Não. Não é que empurra pra baixo. Eu coloquei o tubo com a boca aberta retinho. Chegou aqui no fundo do vidro tampou. Então o ar que tinha ele saiu daqui?
4	AE	Não.
5	PB	Não. Então teve como entrar o líquido?
	AE	Não. Por que? Porque o ar estava ocupando o espaço aqui dentro desse tubo. Então o ar que tava ocupando espaço nesse tubo...(um estudante pede pra falar e PB acena com a mão pedindo para ele esperar) não teve como entrar a água. E se eu, pera lá... (PB pede novamente para o estudante esperar) Oh tirei...(retirando o tubo de ensaio do líquido e em seguida recolocando-o na posição inclinada) e se eu em vez de colocar ele reto... colocar inclinado?
7	AE	Vai entrar água.
8	PB	Porque tem ar aqui dentro não tem oh? (PB retira do tubo do líquido e mostra para os estudantes)
9	E	Tem.
10	PB	O que acontece? (introduzindo o tubo inclinado no líquido)
11	E1	O ar escapa.
12	PB	O ar escapa e entra.
13	E2	E ainda sai as bolinhas.
	PB	Observem. Dá pra vocês perceberem que entrou água? Vocês olhando aqui no finalzinho vocês estão vendo que entrou um pouquinho de água? Por que entrou água? Porque o ar saiu e teve espaço pra água entrar. Vocês estão vendo oh? (Mostrando o resultado experimental para os estudantes)
14		

Analisando o episódio 8 verificamos que PB procura levar os estudantes a concluir que o ar dentro do tubo de ensaio deve sair para que a água entre nesse recipiente. Além disso, embora tenha dito, no turno 12 do episódio interativo 7, que os estudantes iriam dizer se o ar ocupa ou não o espaço, ao longo do episódio 8 vemos que essa professora empregou o discurso de autoridade (MORTIMER e SCOTT, 2002) para fazer com que os estudantes aceitassem sua hipótese.

Isso pode ser visto inicialmente analisando os turnos 1, 2 e 3 do episódio 8. No turno 1 PB pergunta o que aconteceu quando o tubo foi introduzido no líquido. Na sequência, ainda nesse turno, em tom de pergunta, procura reafirmar que o ar ocupa espaço pois vemos um direcionamento da resposta do modo como o questionamento é feito.

Além disso, no turno 2 nota-se que E2 afirma que a água não entra porque o ar faz uma força contrária ao fluxo de água empurrando esse fluxo para baixo. Contudo, no turno 3 PB refuta a afirmação de E2 contra-argumentando que a água não entrou simplesmente porque o ar não saiu.

É possível perceber que a professora empregou o discurso de autoridade (MORTIMER e SCOTT, 2002) objetivando provar para os estudantes que o ar ocupa espaço e a partir disso, por meio desse discurso, refutou a afirmação de E2 porque essa estava desalinhada do seu objetivo com aquela demonstração experimental.

A partir dessa análise verificamos que provar que o ar ocupa espaço se conectava como o objetivo proposto para a atividade experimental 3. Com essa atividade, conforme pode-se observar na figura 21, objetiva-se mostrar aos estudantes que o ar quente sobe na atmosfera.

3.3.2.2 Os episódios interativos presentes na atividade experimental 3

Conforme veremos no episódio interativo 9 PB empregou o experimento de impenetrabilidade descrito anteriormente para apresentar as bases conceituais para que os estudantes entendessem porque o ar aquecido sobe na atmosfera.

PB faz a montagem experimental proposta na figura 21 e pergunta aos estudantes o que vai ocorrer ao frasco PET tampado com uma bexiga quando esse for colocado em contato com água aquecida. Embora os estudantes respondam que a bexiga iria encher, as explicações do porquê isso ocorre não foram consideradas adequadas por PB.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 9

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PB	Não é a água. Sabe porque o ar quente ocupa mais espaço. Eu vou desenhar aqui na lousa. Olha eu não sou uma artista pra fazer... uma desenhista mais vai dar pra entender. Então é assim. Eu vou desenhar as moléculas de ar normal. Igual tá aqui nessa temperatura ambiente. (PB desenha bolas de tamanho reduzido e relativamente separadas na lousa) Tá aqui oh... o ar. É mais ou menos isso. Eu não sei direito porque a gente não consegue enxergar. Essas moléculas de ar elas são pequenas ou são grandes?
2	E2	Muito pequenas.
3	PB	Pequenas. E elas estão juntas ou separadas?
4	AE	Separadas.
5	PB	Separadas. Quando eu esquentei. Quando eu coloquei a garrafa que tava cheia de ar na água quente. Antes de colocar na água as moléculas tava assim? (PB aponta na lousa para o desenho das bolinhas separadas) Quando eu coloquei o frasco dentro da panela como vocês acham que essas moléculas ficaram?
6	AE	ELAS INCHARAM
7	PB	Isso. Muito bem! Elas incham. O ar que tava dentro da garrafa tava em temperatura ambiente. Quando eu coloquei ele na panela de água quente o que aconteceu com esse ar? Esquentou não esquentou? Então o que aconteceu com essas moléculas de ar?
8	E	Aumentou.
9	PB	AUMENTARAM. Então elas INCHARAM e ficaram mais próximas umas das outras, certo?
10	E	Ai elas precisaram de mais espaço e ocuparam a parte de cima.
11	PB	Muito bem. Então como elas INCHARAM, FICARAM DE UM TAMANHO MAIOR E JUNTAS... cabia na garrafa?
12	E	Não
13	PB	Não. Então precisa de mais espaço. Então elas subiram pra onde?
14	AE	Pra cima.
15	PB	Pra bexiga. É como se...

Ao ser realizado o experimento os estudantes verificaram que imediatamente após o contato entre o frasco e a água aquecida a bexiga se expandiu. Quando perguntados acerca do que ocorreria se o frasco fosse introduzido na água fria os estudantes responderam em coro que a bexiga murcharia.

No episódio interativo 9 vemos qual foi a explicação que PB apresentou aos estudantes e podemos identificar as concepções alternativas que essa professora possuía acerca do aquecimento do ar encapsulado.

No turno 1 PB explicita verbalmente e por meio de um desenho a ideia de que na temperatura ambiente as moléculas são pequenas e estão separadas. Vemos nos turnos 2 e 4 que essas ideias são corroboradas por E2 e por outros estudantes.

Observa-se que tanto PB quanto os estudantes modelam os gases como sendo formados por moléculas que ocupam posições separadas e fixas. Com base nisso afirmamos que PB desconsidera a teoria cinético molecular ao modelar a constituição e o comportamento dos gases.

Ao teoria também apresenta a concepção substancialista encontrada por Mortimer (1995) investigando as concepções atomísticas dos estudantes do Ensino Fundamental. Conforme observamos no turno 7 PB parabeniza os estudantes que afirmaram que as moléculas sobe aquecimento incham.

Sendo assim, como a concepção alternativa dos estudantes está alinhada com a concepção de PB, nos turnos 7 e 9 essa professora reforçou o argumento proposto pelos estudantes no turno 6.

Cabe destacar a influência de PB nas concepções das professoras polivalentes. Ao analisar a entrevista dada por P1 observamos que essa professora destacou a importância da aula experimental, conduzida por PB, e se mostrou favorável a uma condução experimental que favoreça a problematização e o levantamento de hipóteses por parte dos estudantes.

Observa-se que P1 valoriza a incorporação da linguagem científica em sua aula e valoriza o papel de PB como promotora dessa linguagem e representante do meio científico no contexto escolar.

É importante destacar que as demais professoras, da mesma forma como P1, se mostraram favoráveis ao trabalho de PB e não relataram identificar concepções não científicas no argumento dessa professora.

Assim, PB desempenha um papel no qual é reconhecida por P1 e pelas demais professoras como sendo uma fonte da linguagem e do conhecimento científico.

Todavia, identifica-se na frase a seguir que P1 verbaliza uma concepção alternativa que é comum entre estudantes e compartilhada também por professores.

O experimento na cozinha foi fantástico, a PB acompanhou e foi até... foi bacana e eu aprendi porque na verdade eu, a gente falava “ah, o ar, o ar” e na verdade eu não sabia que eram moléculas de ar, que quando o ar está quente as moléculas de ar, eu não sabia isso, né, que elas incham. E no experimento, fizemos, falamos, tudo.

Ao explicitar que moléculas aquecidas incham, P1, influenciada por PB, expressa a concepção substancialista conforme aponta Mortimer (1995).

Esse conceito da dilatação das partículas é muito comum nos modelos atomistas intuitivos elaborados pelos estudantes. Faz parte de uma concepção que chamamos ‘atomismo substancialista’, uma vez que propriedades macroscópicas das substâncias, como dilatar e mudar de estado, são atribuídas aos átomos e moléculas. De acordo com esse modelo, os átomos ou moléculas dilatam-se quando uma substância é submetida a aquecimento, como mostrado no exemplo acima.

Esse pesquisador relata que os estudantes modelam o aumento do volume do ar aquecido como sendo devido à dilatação das próprias partículas constituintes da matéria. Cabe lembrar que essa concepção também foi identificada na argumentação de PB durante todas as aulas experimentais ministradas para as turmas das quatro professoras.

Nesse contexto, tanto P1 quanto as demais professoras, influenciadas por PB, incorporaram a concepção substancialista da matéria de modo que essa concepção enganosa não pôde ser identificada e abandonada devido a sua formação inicial incipiente em Ciências.

Verificam-se com isso os entraves ao ensino de Ciências conforme apontado por Schnetzler e Rosa (1998) na medida em que as ideias de PB causam um impacto direto na conceituação que as professoras fazem acerca da constituição e do comportamento da matéria.

Devido à falta de uma formação científica geral por parte de todas as professoras investigadas nesse trabalho foi identificada a mesma influência das concepções alternativas de PB e do material didático escrito sobre essas professoras.

Ainda analisando o episódio interativo 9 nota-se que PB empregou as ideias de que as moléculas incham e de que a natureza abomina o vácuo, entre os turnos 9 a 15, para explicar porque a bexiga infla quando o frasco PET é colocado em água quente.

No turno 9 além de afirmar que as moléculas aumentam de volume, afirmam que o aumento de volume molecular aproxima essas moléculas. No turno 11 é relatado que a expansão e a aproximação molecular demanda maior espaço para acomodar as moléculas nessa nova configuração estrutural.

No turno 13 está implícita a ideia de que as paredes do frasco PET são suficientemente rígidas para manter o formato do frasco obrigando as moléculas a se dirigirem para a bexiga presa à boca do frasco.

Destacamos que, além dessas concepções serem desalinhadas das concepções científicas acerca do comportamento dos gases e dos objetivos conceituais destacados nos materiais didáticos escolares, segundo essas concepções uma massa de ar aquecida possui as moléculas ocupando posições mais distantes em média e portanto é menos densa do que uma massa de ar a temperaturas menores.

Desse modo, como as concepções apresentadas por PB não foram encontradas nem nas apostilas empregadas pelos estudantes e nem nos demais materiais empregados nesse colégio e na falta de mais dados acerca da formação dessa professora não foram identificadas as origens dessas concepções.

Ao analisarmos, no episódio interativo 10, a condução dada para Atividade experimental 4 em que se procurou levar os estudantes a observar que as plantas liberam vapor de água por meio de transpiração foi possível novamente identificar falta de coerência interna entre os argumentos empregados no episódio 10 e o argumento presente no episódio interativo 3.

3.3.2.3 Os episódios interativos presentes na atividade experimental 4

No experimento da transpiração empregou-se uma violeta. Com a planta nas mãos PB separou uma folha e a envolveu com um saco plástico incolor e transparente prendendo-o com um elástico. Feito isso, PB começou a mostrar para os estudantes, circulando entre eles, que no interior do saco plástico estavam presentes gotículas de água.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 10

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PB	Então o que significa essas gotículas de água dentro do saquinho?
2	E	O suor.
3	PB	O suor. Mas porque está suando?
4	E2	Porque ficou quente lá dentro.
5	PB	Porque ficou quente e porque ela tá transpirando, certo?
6	E1	E tem gotículas de água porque você fechou com o barbante.
7	PB	Porque tá abafado.
8	E1	Aí o ar ficou dentro do saco.
9	PB	Certo. Conseguiram entender? Conseguiram observar que a plantinha transpira?

Após os estudantes identificarem a presença das gotículas de água PB procurou explicar qual é a origem dessas gotículas. É durante essa explicação que surgem algumas concepções enganosas e um argumento incoerente com o argumento presente no episódio 3 e com toda a argumentação que PB construiu anteriormente para explicar o fenômeno de condensação.

Vemos no turno 2 que a estudante E identificou as gotículas presentes no interior do saco plástico como sendo oriundas do suor da folha. No turno 3 PB sustentou a tese dessa estudante e procurou investigar a origem do suor da planta.

É importante destacar que PB ao sustentar a afirmação de que as plantas suam desconsidera que no contexto do experimento as plantas simplesmente transpiram pois eliminam vapor de água pelos estômatos das folhas.

Destacamos ainda que, embora as folhas eliminem gotículas de água – por meio de um processo denominado gutação – o termo suor, mesmo que em uma conotação analógica, não deveria ser empregado nessa aula, pois a sudorese é um fenômeno que ocorre com animais superiores e que esse fenômeno requer a presença de glândulas sudoríparas que não são encontradas nas plantas.

Embora alguns professores destaquem que empregar uma linguagem analógica simplificada com os estudantes das séries iniciais seja um modo mais adequado de abordar a matéria, nesse nível educacional, acreditamos que o nosso papel como professores deva ser conhecer, em primeiro lugar o conceito do ponto de vista da Ciência e fazer adaptações que estejam ao alcance dos estudantes de

modo a favorecer que esses entendam os conceitos sem ferir o conhecimento científico.

Porém afirmamos que as concepções ingênuas dos estudantes, nesse processo, não devem ser reforçadas por meio da aceitação de argumentos incorretos, ainda que formulados pelos estudantes ou por argumentos mal formulados pelos professores.

Com isso, refutamos a concepção de que, no nível do Ensino Fundamental I, o tipo de simplificação presente no episódio 10 é aceitável pois, ao nosso ver as concepções criadas nessa fase escolar impactam decisivamente a construção das concepções futuras e a compreensão dos estudantes.

No turno 4 a estudante E2 responde o questionamento de PB, no turno 3, afirmando que colocando o saco sobre a folha há um aquecimento o que causa o suor da folha. Contudo, observamos que encapsular a folha de um vegetal, nas condições em que o experimento foi feito não gera o aquecimento do ar ao redor da folha.

Desse modo, o suposto suor produzido dentro do saco plástico não deveria ocorrer. Assim, verificamos que na falta do conhecimento de que dentro do saco pode haver a saturação de vapor e que vapor em condições de saturação condensa (Mc DONALD, 1962) torna inviável que PB analise o fenômeno por meio desse viés.

Vemos com isso que o discurso presente no episódio interativo 3 é desconsiderado e contrariado no episódio 10 pois nesse episódio afirma-se que ocorre a condensação do vapor de água em um ambiente aquecido e portanto na ausência do choque térmico.

Dessa maneira a falta de coerência interna surge do fato de que no episódio 3 o choque térmico foi apresentado como a única condição em que pode haver a condensação. Por outro lado, no episódio 10 não há choque térmico e as gotículas estão presentes no interior do saco plástico.

Analisando os dados encontrados na segunda aula experimental ministrada por PB foram encontradas as concepções alternativas elencadas a seguir:

- a) A natureza abomina o vácuo de modo que para a água entrar em um recipiente o ar contido em seu interior sempre deve sair.
- b) Moléculas de ar aumentam de tamanho durante o aquecimento.
- c) Moléculas de ar quente encapsuladas sobem porque aumentam de tamanho, necessitam de mais espaço e se empurram para cima.
- d) O comportamento microscópico das moléculas é semelhante ao comportamento macroscópico da matéria.
- e) O termo suor pode ser empregado como uma analogia a evapotranspiração.

Conforme vemos nas análises das duas aulas experimentais ministradas por PB foram detectadas ao menos 14 concepções alternativas. Além disso, verificamos que a prática docente dessa professora influencia o conhecimento do conteúdo específico das professoras polivalentes para lecionar as aulas teóricas acerca da evaporação e do ciclo da água.

Por meio das análises das entrevistas verificamos que as quatro professoras polivalentes não se sentiam seguras para realizar as atividades experimentais propostas no material didático escrito.

Sendo assim, da mesma forma como encontrado por Veenman (1984) as professoras evitam ensinar Ciências no laboratório exportando essa responsabilidade para PB, que era considerada mais capaz para fazê-lo.

Nesse contexto reforçamos a influência de PB sobre esse grupo de professoras. Desse modo, a seguir será analisada a aula em que P4 discute o ciclo da água com seus estudantes.

Destacamos que a aula ministrada por PB aos estudantes de P4 ocorreu em 07 de março de 2012 – uma quarta-feira – e que a aula dada por P4 em sala de aula ocorreu em 12 de março de 2012 na segunda-feira subsequente.

Em sua aula P4 procura estabelecer um paralelo entre as demonstrações experimentais e a teoria presente na apostila. Desse modo, essa aula será analisada com a finalidade de detectar quais concepções alternativas apresentadas por PB estavam presentes na aula de P4.

3.4. A aula de P4 a respeito do ciclo da água

No início da aula P4 perguntou aos estudantes onde foi realizada a última aula de Ciências. Os estudantes prontamente lembraram que a aula ocorreu no laboratório didático e que foram feitas, nessa aula experiência a respeito da evaporação da água.

Assim, P4 pede para que algum estudante relate, em linhas gerais, como a experiência ocorreu. Com isso, P4 deu a palavra para a estudante E2. Essa estudante, com a ajuda de P4 e a contribuição de outros estudantes descreveu o procedimento experimental realizado por PB na atividade 1.

Após isso P4 retomou os resultados experimentais obtidos na atividade 1 procurando sondar as concepções dos estudantes acerca de porque o vapor de água se condensou na tampa da panela.

A partir dos questionamentos de P4 um estudante argumentou que o vapor se condensou porque ele bateu na tampa da panela. Contudo, a argumentação do

estudante não foi aceita por P4. Isso ocorreu porque P4 objetivava uma resposta em que fosse reproduzida a concepção para o fenômeno de condensação explicitada por PB no turno 8 do episódio interativo 4.

A resposta que P4 objetivava pode ser identificada analisando o episódio interativo 1, transcrito a seguir.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 1

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P4	Então mas quando bateu na tampa fria...por que? Quando bateu na tampa fria... lembra o que a gente discutiu na quarta-feira? Por que voltou ao estado líquido e formaram-se novamente gotinhas de água. Por que aconteceu aquilo?
2	E2	Eu sei.
3	P4	Espera aí. (Falando com E2 estendendo a palma da mão em sua direção ao mesmo tempo em que chama E6 por seu nome) E6, fala.
4	E6	Inaudível...o experimento do copo.
5	P4	Não. Do copo tudo bem. Mas me fala por que? O que aconteceu pra aquela água que estava evaporando, bateu naquela tampa e virou gotinhas de água?
6	E6	O vapor tava no estado gasoso.
7	P4	Ammm.
8	E6	E a tampa ela tava fria.
9	P4	Ammm.
10	E6	Aí quando a fumaça encontrou a tampa fria aconteceu um choque térmico e ele voltou no estado...
11	P4	E o que é o choque térmico então?
12	E6	É quando fica o quente com o frio.
13	P4	Aaaah...é isso aí! A água estava quente, evaporando. Ela tinha uma temperatura mais elevada, encontrou a tampa da panela que estava mais fria e formaram-se as gotículas de água.

Podemos observar no turno 5 que P4 procurava sondar as concepções de E6 para verificar como essa estudante explicava a formação de gotículas de água na superfície da panela. Nos turnos 6 e 8 E6 começou a desenvolver um argumento que é monitorado e corroborado por P4 como vemos nos turnos 7 e 9. As expressões empregadas por P4 nesses turnos atuam como uma espécie de sustentação ao argumento de E6 e a encorajam a desenvolvê-lo no turno 10.

No turno 10 notamos que parte da resposta objetivada por P4 foi alcançada quando E6 afirma que as gotículas se formam devido ao choque térmico. Porém, P4 ainda objetivava que E6 deixa-se claro o significado de choque térmico.

No turno 13 vemos que P4 empregou a mesma explicação dada por PB destacando que, para haver a formação de gotículas, é necessário o encontro do vapor quente com uma superfície fria ocorrendo o choque térmico.

Com esses dados verificamos que as concepções acerca do fenômeno de condensação de P4 e PB estão alinhadas. A partir do episódio interativo 2 serão analisadas concepções de P4 a respeito do fenômeno de evaporação e sua relação com as concepções de PB.

Devemos destacar que o episódio interativo 2 está inserido em um contexto mais amplo dentro da aula de P4 conforme se verifica no argumento dessa professora, transcrito a seguir, dito aos estudantes momentos antes do episódio interativo 2.

Como que nós podemos fazer uma comparação entre a evaporação que existe aqui? Por exemplo na Terra e comparar com aquela experiência. Mas pra isso nós vamos começar com um desenho. Vamos desenhar o ciclo da água.

Com isso vemos que P4, do mesmo modo que PB, assume que o experimento de aquecimento da água na panela e a condensação do vapor na tampa é uma representação análoga ao ciclo da água. Desse modo, PB leva os estudantes a desenharem o ciclo da água fazendo uma comparação entre os resultados experimentais e as fases do ciclo da água.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 2

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P4	Vamos supor que essa é a folha do seu caderno. Qual é primeira coisa que você vai desenhar aqui?
2	E2	Eu sei.
3	P4	Não... cada um vai levantar a mão e vai falar um elemento. O que você vai desenhar (se referindo a E8)
4	E8	Água
5	P4	A água. Não é isso? Por que? Não é o ciclo da água? Então tá. Então eu vou colocar a água. Mas existe água em que lugares?
6	E2	Nos rios, nos mares.
7	P4	Aonde mais? Mares, nos lagos. Mas espera um pouquinho. Quando você fala da presença da água esse é o primeiro item, né? Então nós temos água aqui. Agora que outro elemento nós vamos colocar nesse desenho?
8	E3	O Sol.
9	P4	Aaaah! O Sol. Mas por que a gente tem de colocar o Sol E3?
10	E3	Pra evaporar a água.
11	P4	Ah... então a gente precisa do que? Do que a gente vai precisar pra água evaporar?
12	AE	Do Sol.
13	P4	Por que do Sol. O que o Sol tem? Levanta a mão. O que o Sol tem que ele faz a água evaporar? O que ele transmite?
14	E4	Eu sei
15	P4	Fala apontando para E4
16	AE	Calor.
		O Sol é uma fonte de e-ner-gia. Então ele transmite calor. No momento que ele transmite o calor.
17	P4	O que vai acontecer? Levanta a mão pra todo mundo participar. O que acontece com essa água... dos rios, dos mares, dos lagos, da lagoas, lembra tem mais...
18	AE	Evapora.
		Evapora. Por que que a água evapora? Olha vocês estão montando um desenho sem a gente ter dito ou ter lido sobre o ciclo da água. Mas vocês estão montando um desenho do ciclo da água.
19	P4	Não é? Então tudo bem. Então teve a evaporação porque o Sol esquentou a água.

Nesse episódio vemos que os estudantes propõem uma ordem hierárquica para os elementos que devem estar presentes no desenho do ciclo da água. No turno 5 vemos que P4 corrobora a escolha da água como o primeiro elemento a ser representado.

No turno 8 E3 escolhe o Sol e essa escolha também é corroborada por P4. Porém, P4 procura explorar a importância do Sol questionando os estudantes acerca do papel do Sol no ciclo da água.

No turno 16 nota-se que vários estudantes identificam o calor como a principal característica que o Sol possui e que o faz estar em segundo lugar na estrutura hierárquica da representação do ciclo da água.

Nos turnos 17 a 19 vemos que, tanto os estudantes quanto P4 concordam com a ideia de que o calor direto do Sol é necessário para que ocorra a evaporação.

Com base nisso, identificamos que a partir das aulas de laboratório a presença do Sol irradiando luz passou a ter, tanto para P4 quanto para os estudantes, uma importância fundamental no ciclo da água conforme podemos observar no episódio interativo 3.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 3

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P4	Então tem uma ilustração não tem? Não é um desenho? Não muito parecido com esse. (P4 faz uma comparação entre o desenho do ciclo da água que ela fez com os estudantes e o desenho presente na apostila dos estudantes)
2	E2	Só que o nosso refere mais.
3	P4	Você acha?
4	E2	É porque esse daqui está escrito... ar quente muito vapor de água, ar quente está subindo, ar frio gotinhas de água.
5	P4	Então olha.
6	E6	E aqui nem tem Sol.
7	P4	Então olha. Observe a ilustração. Vamos observar a ilustração aqui. Começa por aqui. Olha aqui tem o mar, não tem? E aqui tem o que? As setinhas indicando o que? Ar quente subindo e o que? O que tá escrito aí? Ar quente subindo e o que?
8	AE	E esfriando.
9	P4	E esfriando. Então tá mostrando aqui que o ar, oh. O que tá faltando aqui nessa figura.
10	E6	O Sol.
11	P4	O Sol. Tá vendo? Tá vendo como os livros, as apostilas, também tem que tomar cuidado. Não é?
12	E6	Mas o outro...
13	P4	Aqui o mas certo ... o mais correto...
14	E5	Mas na 265 tem o Sol.
15	P4	aqui tem o Sol (se referindo a outra figura na página 265) mas vamos prestar atenção. Muitas vezes a gente lê os livros e a gente acha que eles sempre falam a verdade. Eles tentam passar a verdade pra nós. Mas a gente como investigador e observador pode descobrir outras coisas como aqui. Vocês colocariam o Sol aqui?
16	AE	Sim.
17	E	Eu não. (Fala desconsiderada por P4)
18	P4	Não é. Por que vocês colocariam?
19	E2	Por que está errado. Porque se não tem Sol não evapora e se tem Sol evapora.

No turno 6 vemos que E6 identificou a falta da representação do Sol na figura. Embora P4 tenha percebido isso, essa fala foi desconsiderada no primeiro momento. Porém no turno 9 P4 pergunta aos estudantes se algo está faltando e novamente E6 chama a atenção para a falta do Sol.

No turno 11 vemos que P4 procura deixar claro aos estudantes que é possível encontrar falhas no livros didáticos e que portanto não se deve acreditar em tudo que está escrito nesses.

Com isso, nota-se que P4 apresenta uma preocupação com a correção conceitual, porém devido à falta de um conhecimento do conteúdo mais aprofundado e por não conhecer as concepções alternativas acerca da evaporação não identificava outros problemas conceituais envolvidos nessa aula.

No turno 19 E2 deixou claro que na sua visão não há evaporação na ausência de Sol. Cabe afirmar que a afirmação de E2 foi corroborada pelos demais estudantes e pela professora. Assim assumimos que essa concepção é partilhada por quase todos com exceção do estudante E.

Dessa maneira, a concepção presente no material didático e também mostrada por PB, na qual admite-se que o experimento do aquecimento da água na panela é uma analogia ao fenômeno de evaporação no meio ambiente também está presente entre as concepções de P4.

Analisando a argumentação ao longo da aula identificamos que essa professora faz analogia entre a atividade experimental e o ciclo da água em mais de um momento durante suas explicações. O texto a seguir é uma transcrição que exemplifica o tipo de argumento que P4 desenvolve ao fazer a analogia entre a prática experimental e o ciclo da água.

Quando o vapor subiu, foi a mesma coisa que ocorreu quando vocês foram lá ver a experiência. Não aqueceu a água? Aquela água não evaporou? Embaixo da tampa da panela representa o que aqui? Atmosfera oh! É associação. Por isso que vocês primeiro fizeram a experiência e depois a gente está montando o ciclo da água. Aqui está mais fria a atmosfera. Quem estava mais fria lá no experimento. A panela ou a tampa da panela? A tampa da panela.

Com esses dados observa-se ainda como P4 concebia a utilização da prática experimental em suas aulas. Ao empregar os experimentos como sendo análogos dos processos que ocorrem na natureza essa professora admitia que a experimentação servia como prova científica. Desse modo, com os experimentos nós podemos observar e comprovar o que está escrito no material didático e o que é dito pelos professores, conforme se verifica na transcrição a seguir.

Agora o copo. O copo foi para provar o que... a experiência do copo? O que formou do lado de fora? Era provar que tinha o que no ar?

Destacamos que desses dados surge um aspecto importante relacionado ao contexto em que a formação em serviço ministrada PQRF se desenvolveu. As

concepções acerca do conteúdo e do papel da experimentação no ensino de Ciências era partilhada pelas quatro professoras polivalentes.

Isso ocorria por força do material didático, pela influência de PB e porque as professoras trocavam informações em relação à prática docente e procuravam fazer um trabalho semelhante dentro de sala de aula.

A seguir destacamos o episódio interativo 4 em que P4 pede para que um estudante explique todas as etapas do ciclo da água. Com esse episódio encontramos outras concepções presentes na fala de PB e que são aceitas e incorporadas por P4.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 4

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P4	Fala E9.
2	E9	A água... ela evapora por causa do Sol e ela sobe e uma hora ela tem que cair.
3	P4	Ela sobe o que que é? O subir dela é o que?
4	E9	Ela sobe pras nuvens.
5	P4	Mas o subir é o que?.
6	E9	Evaporar.
7	P4	Evaporar não é?
8	E9	Ela evapora e sobe pras nuvens.
9	P4	Não ela sobe pra formar...
10	E9	A nuvem e depois uma hora ela tem que cair.
11	P4	Tá.
12	E9	Por que a nuvem... ela fica muito pesada
13	P4	Certo.

No episódio 4 observa-se que além de novamente ser destacada a importância do Sol na evaporação, E9 afirma que a água deve subir e depois tem de cair. P4 solicita que E9 explique o significado de subir e esse estudante relaciona a ascensão atmosférica da água como sendo a evaporação.

Desse modo, interpreta-se que a evaporação somente é atingida via aquecimento. Sendo assim, como o vapor é gasoso e está aquecido deve subir para a atmosfera. Vemos nisso, a possibilidade do discurso do estudante sofrer alguma influência da atividade experimental 3 e do discurso de PB.

Além disso, também identificamos no argumento de E9 a ideia de que coisas pequenas flutuam e que coisas grandes caem (THOMPSON e LOGUE, 2006). Essa concepção também pode ter sido influenciada pelo argumento desenvolvido por PB no episódio interativo 4 do item 3.4.1.1 e por sua presença no material didático escrito. Com base nesses dados e analisando os registros em vídeo das aulas das quatro professoras participantes dessa pesquisa, foram encontrados pontos convergentes mostrando uma prática semelhante na qual as mesmas atividades, os mesmos vídeos, praticamente as mesmas concepções alternativas e a mesma abordagem do conteúdo foram identificadas.

Nesse contexto, dois importantes aspectos foram considerados no planejamento e implementação da formação em serviço. Em primeiro lugar destacamos as concepções das professoras acerca do papel das aulas de laboratório na formação dos conceitos. E em segundo lugar as concepções enganosas que as professoras apresentavam no início e ao longo da formação, suas fontes de origem e o grau de confiança que essas professoras apresentavam em relação a essas fontes.

Conforme mostraremos mais adiante, no capítulo 4, apresentar esses aspectos para PQRF e considerá-los juntamente com esse professor no planejamento da formação em serviço contribuiu significativamente para o desenvolvimento do PCKarg de PQRF.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados e discutidos os principais resultados em relação ao desenvolvimento do PCKarg de PQRF obtidos durante os encontros para planejamento da formação em serviço, ao longo dos encontros com as professoras polivalentes durante a formação em serviço e cerca de dois anos após essa formação ter terminado.

Serão apresentados também os resultados obtidos com o preenchimento do instrumento Representações de Conteúdo (CoRes) ao longo do processo até dois anos após a última interação entre PQRF e as professoras.

Será feita uma triangulação entre esses dados e os registros em vídeo das discussões estabelecidas entre PQ e PQRF enquanto esse professor interligou conceitos relacionados a argumentação científica e ao ensino investigativo na construção de um mapa conceitual para responder a questão-foco: Quais são os aspectos que favorecem e desfavorecem a argumentação científica?

Sendo assim, objetiva-se mostrar de que modo o PCKarg de PQRF foi se desenvolvendo ao longo do processo, quais aspectos favoreceram esse desenvolvimento e como favorecer que um professor recém formado incorpore a argumentação científica em suas aulas.

Assim, iniciaremos a apresentação e discussão desses dados pelos resultados obtidos durante o planejamento dos encontros com as professoras polivalentes.

O planejamento dos encontros para formação em serviço ocorreu a partir de discussões entre PQ e PQRF durante cinco encontros de aproximadamente duas horas uma vez por semana ao longo de cinco semanas seguidas. Todos os encontros foram registrados em vídeo. Esses registros foram analisados com a finalidade de encontrar episódios interativos (MORTIMER e MACHADO, 2000) e, a partir desses, identificar as principais características e o modo como contribuíram na prática de PQRF durante os encontros com as professoras.

No presente trabalho foram analisados apenas os encontros 1 e 2 porque com esses foi possível detectar algumas concepções de PQRF e as adaptações que essas sofreram ao longo dos encontros para planejamento além de explicitar o perfil que

PQRF tinha, seus conhecimentos e concepções a respeito de argumentação e seu conhecimento do conteúdo durante os encontros para planejamento da formação docente, e portanto, ao iniciar os encontros com as professoras.

4.1 Apresentação do projeto de pesquisa e sondagem das concepções de PQRF

No início do encontro 1 foi apresentado a PQRF os principais aspectos do projeto de pesquisa. Para isso, foi feita a leitura de um resumo do projeto de modo que esse professor tomasse consciência da situação-problema proposta nesta investigação. Nesse momento objetivou-se ainda sondar as concepções acerca da situação-problema. No episódio 1 verifica-se a transcrição da comunicação verbal que ocorreu nos momentos iniciais do encontro.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 1

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Então aqui a gente tem uma introdução que vai dizer o seguinte: "A argumentação é uma forma de discurso que deve ser explicitamente ensinada às crianças por meio de instrução adequada. Dessa forma, os professores das séries iniciais desempenham um papel importante, porque são os responsáveis pelos primeiros contatos que os estudantes fazem com os conceitos científicos". Então veja, existe uma literatura por trás disso. Olha aqui quem é o pesquisador... é o Mason. O Mason cita isso aí... Então se você for lendo isso aí... o que você vai ver? Que as professoras do Ensino Fundamental I deveriam fazer esse papel. Mas se você seguir aí no texto... você vai perceber que é irrealista que os professores adotem essa prática de argumentação sem terem vivenciado isso durante a sua formação.
2	PQRF	...sua formação.
3	PQ	Que é o caso delas!
4	PQRF	Claro.
5	PQ	Você vivenciou na sua formação. Elas não vivenciaram. Então você, por ter vivenciado, eu penso que você imagina... que isso... na verdade não sei. Eu gostaria de ouvir. O que você acha? É fácil elas incorporarem a argumentação ou não?
6	PQRF	Não, justamente porque elas não tiveram a base teórica do modelo de Toulmin.
7	PQ	Aaaah, tá.
8	PQRF	Aquele modelo de Toulmin... ele é fantástico. Principalmente aliado a um experimento. Então eu acho que... pra elas é muito difícil desenvolver a argumentação porque elas não fundamentaram isso na graduação.
9	PQ	Entendi. Mas você acha que na verdade se elas conhecerem o modelo de Toulmin...
10	PQRF	Facilita.
11	PQ	Facilita?
12	PQRF	Facilita. Agora se elas conseguirem na verdade iniciar isso aliado a um experimento. A uma situação-problema, a uma situação real... elas podem desenvolver muito mais a argumentação.

Conforme se verifica nos turnos 1 a 4 foi explicitada a importância das professoras polivalentes vivenciarem a argumentação no ensino como um pré-requisito para que elas sejam capazes de romper com o modelo tradicional de aula e implementar a argumentação em sua prática docente (Zeidler, 1997).

Com isso, PQ procurava deixar claro que a falta de vivência com argumentação em sala de aula é o principal entrave, segundo a literatura

especializada (Mason, 1996; Zeidler, 1997), para que as professoras polivalentes contribuam significativamente com seus estudantes para que realizem, de modo adequado, os primeiros contatos com os construtos científicos, conforme verifica-se no final do turno 1.

Analisando os turnos 5, 6 e 8, verificamos um dos aspectos relacionados à formação de PQRF, que influencia as concepções desse professor acerca da situação-problema em questão. Na graduação, conforme descrito anteriormente, foi exposto a atividades de laboratório investigativo que apresentavam o grau de liberdade intelectual (IV) conforme proposto por Pella (1969). Cabe ressaltar que essas atividades foram registradas em vídeo e analisadas a partir do modelo de Toulmin (1958) e de Erduran, Simon e Orborne (2004).

Além disso, em uma aula a respeito do modelo de Toulmin, os resultados dessa análise foram apresentados e discutidos com PQRF e com os demais estudantes de sua turma de graduação. Sendo assim, esse professor possui conhecimentos acerca da estrutura do modelo argumentativo de Toulmin (1958), dos níveis de argumentação segundo Erduran, Simon e Osborne (2004), além de ter experimentado argumentar, em um grupo de quatro integrantes, a partir de uma situação-problema.

Com isso, verifica-se que o contato que PQRF teve com esses modelos e situações de aprendizagem, durante sua graduação, causa impacto sobre sua percepção acerca de como favorecer a argumentação. Essa influência e as concepções podem ainda ser verificadas no episódio 2.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 2

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	E aí... terminado isso... um momento de socialização dos desenhos e dos textos visando a argumentação.
2	PQRF	...argumentação
3	PQ	Mas porque você pensa assim... (PQ fala do modo como PQRF deverá falar com as professoras enquanto PQRF concorda balançando a cabeça.)
4	PQRF	Ai uma vai refutar a outra... dependendo do...
5	PQ	Pode refutar a outra... sim. Na verdade o que a gente tem de fazer PQRF... é deixar muito claro... é pensar estratégias que levem elas a argumentar.
6	PQRF	Eu vejo que tem de deixar claro o seguinte: a refutação ajuda a construir o conhecimento. Principalmente na argumentação. Pra elas não ficarem assim... com receio de refutar uma ideia previamente estabelecida pela... pela outra professora que está fazendo um trabalho conjunto. Então tem de vender a seguinte ideia... de que a refutação é um processo importante.
7	PQ	Faz parte do processo.
8	PQRF	Claro.

Vemos que PQRF explicitou, no turno 6, a ideia de que a refutação, durante o processo de argumentação, desempenha um papel central. Além disso, acreditava que a construção de conhecimento pode ocorrer a partir de processos em que há

refutação de ideias em um ambiente em que os atores não tem medo de refutar e expor seus pontos de vista.

É importante destacar que ao longo do encontro 1 surgiram mais elementos com os quais é possível relacionar essa concepção de PQRF com suas experiências envolvendo argumentação durante sua graduação. No episódio interativo 3, transcrito a seguir, esses elementos estão presentes.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 3

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Nesse contexto a tua participação é fundamental. Agora eu queria que você pensasse o seguinte... Por que sua participação é fundamental? O que ficou daquela argumentação que a gente fez lá... (PQ refere-se à argumentação ocorrida na graduação de PQRF) que você acha que leva as pessoas a argumentar?
2	PQRF	Assim... a visão que eu tenho dos nossos últimos encontros... o que eu acredito que leva as pessoas a argumentar? É que na verdade elas têm um conhecimento prévio... e as pessoas também elas utilizam teorias e hipóteses que as outras pessoas também deixam disponíveis durante um debate. Eu dou exemplo... do meu exemplo com a E2 (PQRF refere-se a uma colega de turma cujas ideias deram subsídios a argumentação de PQRF). Eu cheguei num momento que eu esgotei as minhas teorias a respeito do experimento da vela, e a E2 fez uma... um comentário, uma contribuição que me abriu um novo horizonte. Então, isso me fez argumentar mais e eu até usei na verdade essa nova argumentação pra refutar uma colega. Então eu acho que essa... essa colaboração mútua de teorias tanto boas quanto ruins. Eu não tô falando também que as pessoas têm de falar coisas que não têm razão científica e fundamentação teórica. Às vezes até uma coisa que não é uma... uma teoria cientificamente aceita pode te abrir novos horizontes e eu acho que isso é importante na argumentação.
3	PQ	Huuuumm.
4	PQRF	Ou seja, usar também a experiência, de quem está fazendo o trabalho com você pra ajudar no seu conhecimento sobre o fenômeno que está sendo discutido.

No turno 1 PQ procurou sondar quais são as concepções que PQRF trazia acerca de quais são os motivos que levam as pessoas a argumentar. Verifica-se também que deixou claro que o papel de PQRF é fundamental para que as professoras argumentem ao longo do processo. Com a pergunta feita nesse turno objetivou-se detectar que elementos de sua experiência prévia com argumentação, quando PQRF estava ainda no papel de estudante, poderiam estar presentes na fala desse professor no momento de planejar e executar a interação com as professoras primárias.

Conforme se verifica no turno 2, PQRF mostrava muitas concepções acerca do processo de argumentação em sala de aula. Em primeiro lugar esse professor levou em consideração a importância do conhecimento prévio como um fator que habilita as pessoas a argumentar. Apresentou ainda a concepção de que as experiências pessoais são suficientes para produzir um conhecimento que capacita aos envolvidos em processos argumentativos propor hipóteses para explicar um determinado fenômeno.

No turno 2 verifica-se ainda que o processo de construção do argumento é visto como fruto da produção de teorias e hipóteses que ocorre no processo de

argumentação e que essa produção é benéfica uma vez que ela abre novas possibilidades de interpretação dos dados. PQRF sustentou essa hipótese rememorando um episódio ocorrido em sua graduação no qual teve sua primeira experiência com argumentação científica. Esse episódio denominado, neste trabalho, como episódio 3' está transcrito abaixo.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 3' (E1 representa PQRF)

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	E5	E a água?
2	E2	Agora o mais difícil a água. A sucção da água.
3	E4	E1? E1?
4	E1	Eu acho que a água é succionada para o interior do copo pela diferença de pressão que é criada dentro do sistema fechado e a pressão atmosférica que existe fora do sistema. Quando a chama aquece o gás, no interior do recipiente, esse gás, ele se expande. Quando a chama apaga, esse gás é contraído.
5	E4	Mas se o... se o gás se expande por que que ele não sai enquanto tá aquecendo?
6	E1	É um outro ponto a ser discutido. Eu não faço a menor ideia.
7	E4	Que que vocês acham meninas?
8	E2	Eu acho que não tem pressão suficiente pra sai ali.
9	E3	Acho que não expande o suficiente!
10	E2	Acho que expande, mas, ele não tem força suficiente pra sair
11	E1	Tanto o gás quanto a água são fluidos. Pra empurrar um fluido é necessário uma pressão do outro fluido superior a já existente.
12	E2	Exatamente!
13	E1	Por isso, eu acho, eu acredito que não existe pressão o suficiente do gás pra empurrar a água pra fora. Porém quando ele é contraído ele ocupa um volume bem menor no interior do copo e a água é succionada para o interior do mesmo.

A comunicação verbal mostrada no episódio 3' foi retirada de um trabalho em que foi investigado o potencial do experimento da chama da vela encapsulada em um copo para favorecer a argumentação (MOREIRA, TRENTIN e FERNANDEZ, 2011). Nesse episódio é possível identificar o momento em que PQRF, no episódio 3, se baseia em suas experiências prévias com argumentação científica para afirmar que todas as ideias e teorias que as pessoas disponibilizam durante a argumentação são benéficas e podem alimentar o processo. No episódio 3' os estudantes procuravam construir um argumento para explicar o porquê da água entrar no copo após a extinção da chama da vela.

No turno 2 E2 explicita que essa questão ainda é obscura para si e para os demais integrantes do grupo e que também apresenta um grau de complexidade elevado. E4 pede a E1(PQRF) que explique o fenômeno.

E1(PQRF) inicia sua explicação levantando a hipótese do surgimento de uma diferença de pressão entre o gás no interior do copo e a atmosfera. Além disso, cita a expansão dos gases sob aquecimento como uma justificativa para a hipótese levantada.

Contudo, no turno 5 E4 questiona os argumentos de E1(PQRF) apresentando uma situação extraordinária, não contemplada por E1 (PQRF) e conforme se verifica

no turno 6 esse ainda não possuía uma resposta para aquele questionamento, sendo assim, se mostrou incapaz, ao menos temporariamente, de continuar argumentando.

Por outro lado, E2 e E3 nos turnos de 8 a 10 apresentaram algumas ideias e levantaram uma nova hipótese. No turno 11 verifica-se que essa nova hipótese abre uma nova perspectiva de raciocínio para E1(PQRF). Isso faz com que no turno 11 seja proposta outra justificativa ao seu argumento inicial.

Nesse momento, verifica-se um aspecto importante, relacionado ao processo de argumentação e que influencia as concepções que PQRF explicita no turno 2 do episódio 3. Analisando a argumentação que se desenvolve nos turnos 8 a 13 é possível inferir que a hipótese levantada por E2 e E3 causou uma influência significativa em E1(PQRF).

As falas de E2 e E3 fizeram com que E1(PQRF) reestruturasse seu pensamento. Perguntado a respeito desse fato E1(PQRF) disse: “Eu sou assim... Eu acredito numa coisa, mas se você me provou um fato, eu deixo de acreditar naquela coisa e reformulo minhas ideias imediatamente.”

Verifica-se que PQRF apresenta algumas habilidades metacognitivas (BROWN, 1978) uma vez que é capaz de avaliar suas dificuldades, a partir da falta de conhecimento, e com base em inferências feitas por outros participantes reestrutura suas concepções e deduz novas inferências.

Assumimos aqui que PQRF apresenta habilidades metacognitivas com base na proposta de Weinert (1987) uma vez que esse professor apresenta o que Weinert propôs como cognições de segunda ordem – pensamentos sobre pensamentos, conhecimento sobre conhecimento e reflexões sobre ações – verificamos que PQRF possui não só a consciência dos processos e competências requeridas para realizar determinada tarefa, mas também o controle e auto-regulação cognitivos pois apresenta a capacidade de avaliar suas operações cognitivas além de fazer correções quando necessário (RIBEIRO, 2003).

Conforme destaca Mello (2008), ao discutir a relação entre a argumentação e a metacognição, os processos de metacognição estão relacionados a:

- (i) capacidade de monitorar a execução de uma atividade;
- (ii) identificação das dificuldades ao desenvolver essa atividade;
- (iii) avaliar o processo de execução e,
- (iv) prever resultados.

A partir desses pressupostos admitimos que a metacognição configura-se como um instrumento por meio do qual as estratégias de pensamento são facilitadas. Isso ocorre porque ela favorece, por parte dos estudantes, a auto-supervisão, auto-regulação e auto-avaliação das próprias atividades cognitivas de modo que esses

podem identificar suas fraquezas e pontos fortes (GONZÁLEZ, 1998).

A relação que vemos entre a metacognição e a argumentação científica também é compartilhada por Mello (2008) ao considerar essa relação afirmando que:

Uma das características da ação metacognitiva é que esta pode desenvolver-se concomitantemente com a atividade cognitiva, sendo esta atividade convertida em objeto de reflexão ao mesmo tempo em que é executada.

Com base nisso, verifica-se que a experiência prévia com argumentação científica (episódio 3') somada às habilidades metacognitivas de PQRF foram os fatores geradores da concepção de que o patrimônio cultural dos participantes do processo de argumentação é um fator importante que leva as pessoas a argumentar e que auxilia na manutenção do processo argumentativo.

A partir do episódio 3, verifica-se que PQRF expressa que o processo de argumentação se fundamenta nas concepções prévias que os participantes possuem, nas influências que as ideias desses causam sobre as concepções do grupo. Verifica-se que a participação de PQRF nos laboratórios investigativos, durante suas aulas de graduação, foi significativa na geração dessas concepções.

No trabalho publicado por Zembal-Saul (2009) podemos encontrar quatro categorias para o ensino de ciências empregando argumentação. Essas categorias foram empregadas para classificar professores de Ciências de modo a categorizá-los a partir do grau de atenção que esses davam à evidência e ao argumento durante sua prática docente com argumentação científica.

Analisando esses dados, gerados a partir das respostas de 42 licenciandos foi possível identificar 4 grupos conforme se verifica no quadro a seguir. Com base nesse quadro foram categorizadas as concepções de PQRF apresentadas no episódio 3 acerca de lecionar Ciências por meio da argumentação. Com a resposta presente no turno 2, observa-se que não é citado que o experimento determina o potencial para levar as pessoas a argumentar.

Quadro 8. Categorias entre professores que lecionam Ciências por meio da argumentação científica.

Grupo	Características
(1) Baseado em atividades	Procuravam empregar atividades “mão-na-massa” feitas para motivar os estudantes e mantê-los engajados.
(2) Baseado na investigação	Tinham a habilidade de engajar os estudantes na investigação, levantar questões de investigação e elaborar testes de hipóteses. Intentavam coletar dados e o ápice da investigação ocorre na sintetização dos dados coletados.
(3) Baseado nas evidências	Expressavam a necessidade de basear as afirmações em evidências sem questionar a validade ou coerência das evidências.
(4) Baseada no argumento	Admitiam a construção do argumento como sendo central tendo

	como fator importante a coordenação entre evidências e afirmações de modo a gerar afirmações que façam sentido. Consideravam que as visões alternativas eram importantes na construção do argumento.
--	--

Embora a maneira com que a proposta experimental seja feita pode favorecer ou desfavorecer a argumentação (Carvalho, 2010), PQRF, desconsiderava essa influência em sua resposta. Mesmo que a importância da experimentação tenha sido elencada no turno 12 do episódio 1, no episódio 3 esse professor procurou explicitar elementos mais básicos relacionados ao patrimônio cultural individual e a influência desse na capacidade de argumentar.

Também é evidenciada a importância da disponibilização de teorias e hipóteses durante a construção do argumento e com isso a contribuição das visões alternativas durante a argumentação.

No turno 4 PQRF afirmou que as experiências de vida dos demais participantes da argumentação auxiliam nas construções individuais de conhecimento. Com isso, observamos novamente que as visões alternativas no processo argumentativo desempenham um papel importante.

Verifica-se que as concepções de PQRF, dentro das categorias propostas por Zembal-Saul (2009) tendem a se alinhar com as concepções observadas no grupo 4 (baseado no argumento) pois as características desse grupo estão presentes nas respostas identificadas no episódio 3.

Esse alinhamento também foi identificado em outros momentos durante o encontro 1 e ao longo dos demais encontros. No episódio 4 verificam-se algumas falas nessa mesma direção. Cabe destacar que PQRF mostrou nesse episódio concepções relacionadas ao papel da experimentação no ensino investigativo, conhecimento do conteúdo específico e conhecimento de concepções alternativas relacionadas ao aquecimento do ar encapsulado.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 4

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	E aí PQRF... olha aqui, olha a atividade que elas têm aqui... Objetivo... observar que o ar quente sobe para a atmosfera.
2	PQRF	Huuuumm... já tem um problema aí.
3	PQ	Então. E aí você tem isso aqui... Você percebe que é exatamente o experimento que nós vamos trazer (PQ aponta para a tabela que apresenta a proposta para a formação em serviço). Só que aqui é uma garrafa numa panela, banho-maria, tá, tá, tá (PQ fala apontando para o material didático empregado pelas 3 professoras).
4	PQRF	Exato.
5	PQ	E isso é aquecido em cima de uma boca de fogão. E aí você vê... ela tem um objetivo. Ela tem um procedimento. O objetivo é observar que o ar sobe para a atmosfera (PQ encerra essa fala batendo uma palma)... então isso aqui, (apontando para a proposta experimental do material didático) na tua opinião, se cristaliza... ou melhor se configura como ensino investigativo?
6	PQRF	Não.
7	PQ	Por que?

-
8	PQRF	Por que assim... o ar sobe pra atmosfera. Aaaah, cria uma visão muito simplória do fenômeno. Tá bom... vamos supor uma professora de quarta série, hipoteticamente. Pegou os alunos foi lá. Realizou o experimento assim como tá explicado aqui. Todo mundo evidenciou que a bexiga encheu... tudo bem. O ar sobe... acabou. Acabou o experimento. Objetivo foi cumprido? Tá bom o ar subiu. Subiu entre aspas né? (PQRF faz o sinal de aspas com as duas mãos balançando a cabeça de modo a negar a afirmação). Mas eu acho que como não houve a argumentação, como não houve a tentativa de entender o fenômeno no nível microscópico o conhecimento limitou-se pela prática do experimento. Ou seja, o experimento na verdade ele não foi investigativo. Ele foi... muito simples, muito simplificado e ele não causou a argumentação dos alunos. O alunos não discutiram. Se a molécula se afasta se ela não se afasta, se elas perdem densidade e porque isso deveria ocorrer.
9	PQ	Ou se todas sobem de uma vez. Cê lembra daquela história no meu curso?
10	PQRF	Lembro! Claro!
11	PQ	Então juntou e tum...(PQ faz um movimento com a mão para cima com a finalidade de representar o movimento molecular. Isso representa as respostas dadas pela maioria dos estudantes presentes na turma de graduação de PQRF para o resultado experimental do aquecimento do ar encapsulado). E aí as moléculas foram todas pro balão.
12	PQRF	E é uma concepção alternativa, pelo menos na minha visão, completamente equivocada. Né... embasado também no estudo que nós fizemos do material do Mortimer. Então eu acho que o experimento é válido. Mas ele tem de ser realizado junto com a argumentação, que é o que nós estamos discutindo.
-

Nesse episódio verifica-se que PQRF prontamente identificou problemas na proposta experimental, da forma como está presente no material didático das professoras. Embora afirme, no turno 2, existir um problema nessa proposta é possível observar que são elencados, ao longo do episódio 4, ao menos dois problemas:

- a) Conhecimento do conteúdo específico.
- b) Estratégia para o encaminhamento da proposta experimental.

Esses problemas podem ser relativos a duas classes distintas. A partir do ponto de vista do conhecimento do conteúdo específico observa-se que PQRF afirmou que o objetivo apresenta uma visão muito simples do fenômeno. Com isso, é possível inferir que o conhecimento que possui desse conteúdo vai além do que é proposto. Além disso, essa proposta vai de encontro ao conhecimento do conteúdo apresentado por PQRF. Esse conhecimento é explicitado no turno 8 na frase: *Subiu entre aspas, né?*

Durante essa fala, por meio de seus gestos, mostrou discordar da ideia de que o ar aquecido simplesmente sobe. Sendo assim, a ideia de que o ar simplesmente sobe quando esse é aquecido em recipiente fechado por um balão apresenta uma inconsistência com o conhecimento que PQRF tem desse conteúdo.

Cabe destacar que durante a realização desse experimento e posterior discussão dos resultados experimentais na graduação esse professor manifestou uma concepção contrária às concepções mostradas pela maioria dos estudantes de sua turma, citada por PQ no turno 9.

Verificou-se também que essa estava alinhada com as ideias que PQRF explicitou no episódio 3' e que empregou no planejamento para emitir juízo de valor acerca do objetivo do experimento em discussão. Sendo assim, identificou que o

objetivo apresenta um problema conceitual uma vez que a ideia de que o ar aquecido sobe foi identificada como sendo reducionista em função da complexidade do fenômeno.

Além disso, PQRF identificou que o encaminhamento experimental é inadequado. No turno 8 afirma-se ainda que com essa proposta não há possibilidade dos estudantes argumentarem. Com isso, observou também que os estudantes necessitam compreender o fenômeno no nível microscópico e que essa compreensão é favorecida pela argumentação.

Nesse contexto, percebia que a prática experimental se sobrepõe à compreensão do fenômeno porque ela não permite que os estudantes apresentem visões controversas acerca desse fenômeno e inviabiliza o processo de construção de um argumento via argumentação científica a partir das visões alternativas dos estudantes.

Ao final do turno 8 PQRF deixou clara sua posição a respeito da importância das visões controversas ao afirmar: *“O alunos não discutiram. Se a molécula se afasta se ela não se afasta, se elas perdem densidade e porque isso deveria ocorrer”*.

Com esses dados é possível inferir ainda que esse professor faz uma distinção entre o experimento e a proposta experimental. Embora faça críticas à proposta experimental podemos observar que esse professor percebe que o experimento pode ser aplicado no ensino investigativo.

Assim, PQRF mostrou-se favorável ao emprego do experimento desde que esse ocorra como desencadeador da argumentação. Portanto, observa-se que para PQRF os objetivos com o experimento (construção do argumento; apresentação e discussão de visões alternativas; compreensão do nível microscópico) são mais importantes do que o experimento propriamente dito.

Com esses dados novamente verifica-se que PQRF expressava as concepções encontradas no grupo 4 do trabalho de Zembal-Saul (2009). Contudo, esse professor ainda apresentava um conflito conceitual em relação às estratégias de como fomentar a argumentação entre professores sem formação acadêmica na área científica.

Sendo assim, com a finalidade de avaliar o impacto no planejamento no PCK para argumentação (PCKarg) de PQRF será analisado a seguir de que modo esse PCK mudou ao longo do planejamento para a formação em serviço.

4.2 A (re)construção do PCK para argumentação (PCKarg) de PQRF durante o planejamento da formação em serviço

O PCKarg trata-se do conhecimento das estratégias que fazem com que os professores incorporem a prática argumentativa em suas aulas (DAVIS e KRAJCIK, 2005). Desse modo, é o conhecimento das estratégias para: lecionar de modo a engajar os estudantes na prática da investigação científica, favorecer a argumentação, saber lidar com as perguntas dos estudantes e saber tomar decisões que levam a encaminhamentos metodológicos adequados para manutenção da argumentação.

Conforme apontado por Zohar (2008) os professores, em geral, desconhecem quais são as estratégias pedagógicas para dar suporte aos estudantes de modo que esses participem da argumentação científica em suas aulas. Assim, destaca-se que esse desconhecimento tem sido o principal entrave ao uso de argumentação no ensino da Ciência escolar (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; ZEIDLER, 1997 e ZEMBAL-SAUL et al., 2002).

Zohar (2004a) definiu essas estratégias pedagógicas, voltadas para ensinar os estudantes a desenvolver um pensamento científico de alto nível, de conhecimento das estratégias de pensamento. Com isso, verifica-se que esse pesquisador afirma existir um novo conhecimento, que apresenta características únicas. Dessa forma Zohar (2008) procura fazer uma distinção entre esse conhecimento e os demais conhecimentos que o professor tem (conhecimento pedagógico geral e o PCK).

Essa distinção é justificada (Zohar, 2008) afirmando-se que o PCK é um conhecimento relacionado a um conteúdo específico de uma Ciência. Portanto, esse conhecimento é dependente do conteúdo. Por outro lado, o conhecimento pedagógico geral independe de qualquer conteúdo específico.

Sendo assim, a natureza do conhecimento das estratégias de pensamento, segundo Zohar (2008), torna a classificação desse conhecimento dentro do conhecimento pedagógico geral e também do PCK problemática.

Contudo, conforme verifica-se no modelo de PCK proposto por Grossman o conhecimento das estratégias instrucionais faz parte do PCK. Sendo assim, no presente trabalho considera-se que trabalhar com argumentação científica, em sala de aula, requer o conhecimento das estratégias instrucionais relacionadas ao favorecimento tanto da investigação científica quanto do processo argumentativo que se desenvolve nessa.

Nesse contexto o professor deve dominar estratégias instrucionais relacionadas a saber como lidar com as perguntas dos estudantes, além de saber

formular questões e criar situações que favoreçam a argumentação sem dar a resposta.

Com base nisto, será analisada a (re)construção do PCKarg de PQRF ao longo dos encontros para formação em serviço com a finalidade de aferir de que modo a relação entre PQ e PQRF influenciou esse processo de (re)construção e de que modo o conhecimento das estratégias instrucionais elencadas anteriormente surgiram e se transformaram ao longo desses encontros.

Conforme verificamos no item 4.1 a participação de PQRF em processos argumentativos durante sua graduação serviu para que esse professor desenvolvesse um sistema de concepções acerca do papel da argumentação no ensino de Ciências.

Desse modo, ressalta-se que embora PQRF estivesse familiarizado com o ensino investigativo e argumentação, durante os encontros com PQ verificou-se que o fato de PQRF participar do presente trabalho como formador desencadeou demandas cognitivas diferentes daquelas que ocorreram em sua vivência prévia.

Sendo assim, foi possível detectar que essas demandas desencadearam episódios interativos em que PQRF desenvolveu seu PCKarg. A seguir encontra-se uma análise dos episódios interativos em que se identificou, com base no quadro 4, os momentos em que o PCKarg de PQRF ao longo dos encontros para planejamento da formação em serviço, estava sendo (re)elaborado.

Foram analisados os registros em vídeo produzidos durante os três primeiros encontros entre PQ e PQRF. Desse modo, os dados apresentados, analisados e discutidos item 4.1, juntamente com os demais dados desses três encontros, foram (re)analisados a partir do modelo proposto por Grossman (1990) mostrado no quadro 4.

Foi feito um levantamento de dados de modo a detectar episódios em que foi identificada a presença dos quatro componentes básicos do PCK dentro do modelo conforme mostrado e descrito no quadro 4 e o conhecimento do conteúdo específico que embora seja colocado fora do PCK causa impacto nesse.

Dessa forma, as análises foram concentradas no conhecimento dos propósitos para ensinar um conteúdo específico (CPEC), no conhecimento da compreensão dos estudantes (CCE), no conhecimento do currículo (CC), no conhecimento de estratégias instrucionais (CEI) e na relação desses com o conhecimento do conteúdo específico (CE) de agora em diante denominado de conteúdo específico.

Essa escolha foi feita por considerarmos que esses cinco conhecimentos, (GROSSMAN, 1990, figura 3) podem ser empregados para detectar o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo.

Isso ocorre porque dependendo do conhecimento dos propósitos para ensinar um conteúdo específico o professor desenvolve uma prática docente mais alinhada às práticas educacionais mais modernas ou em desacordo com essas práticas.

Com o conhecimento da compreensão dos estudantes o professor é capaz de identificar concepções alternativas e avaliar os argumentos de seus estudantes. Em segundo lugar esse conhecimento pode desencadear o surgimento de estratégias instrucionais que em conjunto com o conhecimento da compreensão dos estudantes fortalecem o conhecimento do professor de como criar um ambiente em sala de aula favorável à argumentação (McNEIL e KNIGHT, 2013).

Avaliando o conhecimento do currículo é possível detectar o nível de conhecimento que o professor apresenta acerca de como o currículo se estrutura e quais conhecimentos esse professor possui a respeito de instrumentos disponíveis para lecionar determinado conteúdo.

Por meio da análise do conhecimento de estratégias instrucionais é possível identificar quais métodos instrucionais o professor conhece e emprega, como esses métodos são empregados e como os professores selecionam as estratégias instrucionais e decidem quais são aplicáveis para o ensino de cada conteúdo.

Ressaltamos ainda a importância do conhecimento do conteúdo específico porque sem a presença desse conhecimento o desenvolvimento dos demais conhecimentos do PCK é desfavorecido.

Os dados foram interpretados com base nas descrições presentes dentro de cada caixa mostrada no modelo presente no quadro 4. Essas descrições foram feitas a partir da literatura (GROSSMAN, 1990, SHULMAN, 1987). Com isso, foi criado um guia para identificação de turnos e consequentemente de episódios interativos em que os componentes do modelo estivessem em discussão.

Sendo assim, os turnos nos quais tanto PQ quanto PQRf abordaram os componentes do modelo, do modo como esses componentes foram caracterizados no quadro 4, serviram de base para identificação dos episódios interativos e posterior análise.

4.2.1 Visão geral dos dados coletados nos encontros 1, 2 e 3

Analisando os vídeos registrados nos encontros 1, 2 e 3 foram identificados, com base no quadro 4, trinta e sete episódios interativos. Esses dados estão apresentados no quadro 9.

Nesse quadro verifica-se que durante as interações entre PQ e PQRf o conhecimento do currículo não foi discutido.

Isso ocorreu devido ao contexto dos encontros entre PQRF e as professoras. Além disso, observando o quadro 9, nota-se que o maior número de episódios interativos se concentrou no conhecimento de estratégias instrucionais.

Entre os elementos do PCK, 17 episódios estão relacionados ao conhecimento de estratégias instrucionais, 12 relacionam-se o conhecimento da compreensão dos estudantes e 8 estão relacionados as concepções dos propósitos para ensinar o conteúdo específico. É importante destacar que somando o total de episódios do quadro 9 encontramos 37 episódios.

Contudo, como os sete episódios envolvendo o conhecimento dos propósitos para ensinar um conteúdo específico, encontrados nos encontros I e II, são os mesmos em que foram identificados os episódios envolvendo estratégias instrucionais. Assim, são contabilizados no total 30 episódios, descontados os sete episódios citados anteriormente.

Deve-se ressaltar que os números relativamente grandes de episódios que observa-se no quadro 9 envolvendo discussões de estratégias instrucionais e a compreensão dos estudantes foi fruto da natureza dos encontros, uma vez que nesses intencionava-se criar uma série de atividades que levassem as professoras polivalentes a argumentar.

A experiência prévia de PQRF com argumentação lhe possibilitou propor estratégias de modo a contribuir com o planejamento das atividades.

Quadro 9. Relação entre o nº de episódios interativos e os conhecimentos do PCK propostos por Grossman ao longo dos encontros entre PQ e PQRF para planejamento da formação em serviço das professoras polivalentes.

Conhecimento pedagógico do conteúdo	Encontro	Episódios
	I	5
Concepções dos propósitos para ensinar um conteúdo específico	II	2
	III	1
	Total	8
	I	0
Conhecimento da compreensão dos estudantes	II	4
	III	8
	Total	12
	I	0
Conhecimento do currículo	II	0
	III	0
	Total	0
	I	7
Conhecimento das estratégias instrucionais	II	5
	III	5
	Total	17

É importante observar ainda que esse número expressivo de episódios relacionados às estratégias instrucionais, em relação aos demais episódios, surgiu espontaneamente a partir da identificação, por PQRF, das dificuldades em fomentar a

argumentação entre professoras polivalentes, que não tiveram formação científica para lecionar evaporação, dos questionamentos feitos por PQ no sentido de verificar as concepções de PQRF e de como esse concebia agir ao conduzir os encontros com as professoras.

Observou-se que a preocupação com a falta de conhecimento científico das professoras esteve presente na argumentação desse professor durante os três encontros. Durante esses encontros mostrou temer que o processo de argumentação poderia travar, devido à formação incipiente das professoras.

Com base nisso, acreditava que deveria utilizar um vocabulário adequado com essas professoras. Ao longo dos três encontros houve episódios em que após PQRF manifestar esse temor surgiram turnos em que PQ foi sondado no sentido de fornecer estratégias de como interagir com as professoras nesse contexto.

Nesses episódios verificou-se que a solução geralmente proposta por PQRF era fornecer conteúdo conceitual levando as professoras a comprovar algum conceito alvo preestabelecido.

Em linhas gerais PQRF iniciou os encontros para planejamento partindo das seguintes concepções a respeito de estratégias instrucionais para favorecer a argumentação científica para professoras polivalentes:

- a) É necessário fazer pequenas contribuições teóricas de modo a fornecer o conteúdo que as professoras necessitam para manter ativo o processo de argumentação.
- b) A refutação deve ser forçada pois esse procedimento é útil na construção de conhecimento e para medir o grau de conhecimento dos envolvidos no processo argumentativo.
- c) É muito difícil que as professoras polivalentes identifiquem concepções ingênuas e falhas em seu argumento e se auto-refutem.
- d) Uma boa prática docente, caso as professoras não rompam com concepções ingênuas acerca dos resultados experimentais, é fornecer os encaminhamentos metodológicos para que o experimento comprove o conceito que se deseja ensinar.

Analisando os episódios interativos relacionados no quadro 9, foi possível observar que as concepções apresentadas anteriormente, sofreram modificações ao longo dos três encontros. Foi possível identificar também, conforme discutiremos a seguir, que essas mudanças estão relacionadas aos fatores elencados abaixo:

- (i) a influência das discussões com PQ;

- (ii) a análise de registros em vídeo da aula de P4;
- (iii) a observação e análise de uma das aulas do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física - LAPEF (aula do barquinho);

A respeito do conhecimento da compreensão dos estudantes, verificou-se que PQRF ao iniciar os encontros com PQ não possuía conhecimentos a respeito da compreensão que as professoras tinham do fenômeno de evaporação. No início dos encontros, PQRF apresentava as seguintes características:

- a) Possuía concepções a respeito das dificuldades das professoras que eram divergentes das concepções de PQ.
- b) Acreditava que as diferenças na taxa de evaporação da acetona, álcool, água etc., ocorria porque essas substâncias absorviam quantidades diferentes de calor e baseava as dificuldades em entender a taxa evaporação nesse pressuposto.
- c) Desconhecia as principais concepções enganosas que se relacionam ao conteúdo evaporação e quais conceitos relacionados as professoras poderiam e não poderiam conhecer.
- d) Apresentava lacunas conceituais a respeito de forças intermoleculares de modo que tinham dificuldades de julgar as concepções dos estudantes.

Da mesma forma como ocorreu com as concepções relacionadas às estratégias instrucionais, ao longo dos encontros para planejamento da formação em serviço o conhecimento de PQRF a respeito da compreensão dos estudantes se modificou. Identificou-se que os fatores relacionados a seguir estavam envolvidos no favorecimento dessas mudanças:

- (i) As reflexões realizadas por PQRF com a finalidade de se colocar no lugar e raciocinar como as professoras.
- (ii) Os questionamentos realizados por PQ com a finalidade de sondar as concepções de PQRF acerca da absorção diferenciada de calor por parte das moléculas aliada às habilidades metacognitivas desse professor.
- (iii) A leitura e análise de artigos a respeito das concepções dos estudantes do fenômeno de evaporação.
- (iv) A sondagem das concepções prévias a respeito do fenômeno da evaporação entre parentes e amigos de PQRF (pessoas de diferentes faixas etárias e formações acadêmicas, desde o Ensino

Médio até a graduação incluindo estudantes e formados em Química) e a análise desses dados.

- (iv) A observação e análise dos registros em vídeo da aula, sobre ciclo da água, ministrada por P4.

Novamente ressaltamos que a origem desses dados, o tratamento dado a esses e os resultados obtidos serão mostrados nas seções a seguir. Desse modo, mostraremos que durante os encontros houve vários fatores desencadeadores de reflexões a respeito de concepções em relação às estratégias instrucionais; ao conhecimento do conteúdo específico; à compreensão dos estudantes e às concepções dos propósitos para ensinar um conteúdo específico. Nos itens a seguir será apresentado como, em cada encontro, esses conhecimentos mudaram e conseqüentemente que mudanças ocorreram no PCKarg e quais fatores desencadearam essas mudanças.

4.2.2 O conhecimento das estratégias instrucionais no encontro 1

No encontro 1 verifica-se que inicialmente PQRf acreditava que era importante fornecer conteúdo conceitual às professoras. Acreditava ainda que esse fornecimento deveria ocorrer a partir de um vocabulário que as professoras fossem capazes de entender, conforme se verifica no episódio 5.

Um aspecto importante, relacionado às concepções que PQRf possuía acerca da argumentação, é verificado no turno 2. Nesse turno explicita como ele concebia seu papel como formador de professoras primárias que lecionam Ciências a partir de uma formação não científica.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 5

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Agora... e o teu papel como agora... formador? Porque agora você mudou de lado.
2	PQRf	Eu acredito que eu não posso dar a resposta. Eu tenho que incentivar elas a chegarem ou na resposta exata ou muito próximo da resposta exata. Como que devo incentivar? Obviamente que elas são alunas...elas são professoras de pedagogia e não tiveram a Ciência, principalmente a Ciência Química a fundo. Elas não estudaram a fundo Química. Então eu acho que eu posso fazer contribuições teóricas, pequenas sem responder o objetivo do experimento, sem responder a dúvida que elas estão em questão. Mas eu posso dar contribuições teóricas pra ajudar elas nesse caminho a galgar os degraus até chegar num... num raciocínio próximo do que a gente espera para o fenômeno da evaporação.
3	PQ	Então mas nesse... nesse contexto da contribuição teórica ééééé... há um problema sério, que é exatamente o que você fala.
4	PQRf	É que é assim. Na verdade não é só teoria pura. Eu posso por exemplo apresentar, isso eu acho que é um papel até melhor pro instrutor... apresentar uma outra situação-problema...
5	PQ	Aaaaah!
6	PQRf	...que vai fazê-las pensar de uma forma diferenciada. Por exemplo... a água evapora a 100°C

		(PQRF refere-se a um exemplo de hipótese que poderia ser levantada pelas professoras). Aí eu chego ah! Tudo bem, fechado... fechado. Como é que a roupa seca no varal. Ou seja...
7	PQ	Não tá a 100 graus.
8	PQRF	Não tá a 100 graus e seca. Como a água evapora no oceano?
9	PQ	Então, quer dizer...
10	PQRF	Eu coloco um outro exemplo...
11	PQ	Você coloca uma outra situação-problema...
12	PQRF	Uma outra situação-problema que vai...
13	PQ	Sem dar a resposta?
14	PQRF	Sem dar a resposta e aí o raciocínio delas toma uma outra direção. Por que elas conseguem exatamente fazer o que? Pular aquele obstáculo epistemológico que os livros didáticos impõem. Principalmente os que elas se formaram.

Questionado sobre qual deve ser seu papel como formador, mencionou que não deve dar resposta pronta, assumindo uma postura construtivista na qual as professoras devem ser incentivadas a construir suas respostas. Cabe ressaltar que nesse contexto PQRF assumiu que pode haver a produção de respostas parcialmente adequadas como um resultado natural do processo de argumentação.

Com isso, novamente explicitou uma concepção gerada durante sua experiência prévia com argumentação e mostrou conhecimento da epistemologia da Ciência pois admitiu que as professoras, durante o processo de argumentação, podem construir respostas provisórias e que essas podem ser reformuladas ao longo do processo de argumentação.

É importante observar que PQRF apresentava também a concepção de que é importante auxiliar as professoras fornecendo-lhes conteúdo científico, devido à sua formação incipiente em Ciências. Assim observa-se que há também a presença de concepções adquiridas ao longo da vida escolar em que os professores são os transmissores de conhecimento e, portanto são capazes de fornecer o conhecimento para resolver o problema, convivendo com as concepções relativas ao ensino investigativo.

Porém quando PQ citou, no turno 3, que fornecer o conteúdo específico significa ter de lidar com o problema de saber selecionar o que deve ser fornecido, PQRF reformulou sua hipótese conforme verifica-se no turno 4.

Nesse turno nota-se que PQRF tem uma proposta de intervenção que está alinhada com sua proposta inicial de não fornecer a resposta. Nos turnos 4, 6 e 14 é explicitado que a apresentação de uma situação ainda não considerada pelos participantes da argumentação é uma prática docente mais adequada. Novamente nota-se a influência de sua formação inicial com argumentação sobre suas concepções acerca da prática docente.

Mesmo assim, embora reformule sua resposta realinhando-a com as concepções iniciais de não dar as respostas fornecendo conteúdo específico, nos turnos 2, 4 e 6 há indícios de que essas concepções antagônicas (fornecer conteúdo

versus apresentar situações novas e favorecer a argumentação) faziam parte das concepções de PQRF.

Nessas há o conflito entre os saberes provenientes da formação escolar anterior (TARDIF, 2002) resultado da socialização pré-profissional e os saberes que surgiram após PQRF vivenciar o processo de argumentação em sua graduação.

Nos turnos 6, 8, 10 e 14, mostrou a intenção de agir como um favorecedor da argumentação, não fornecendo respostas prontas e fazendo perguntas que levem as participantes do processo a coordenar evidências e afirmações de modo a gerar explicações coerentes ao fenômeno.

Contudo, após o episódio 5 foi identificada uma importante adaptação nas concepções de PQRF acerca de seu papel como formador. Cabe ressaltar que essa adaptação ocorreu no início do encontro 1 e pode ser observada no episódio 6, transcrito a seguir.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 6

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Aí a gente tem de levar... lembra... refinamento da situação-problema, apresentação de controvérsia. Como eu pretendo apresentar controvérsia? Você lembra dos desenhos que o povo fez lá na Prática de Ensino.
2	PQRF	Lembro de bastante. Bastante deles.
3	PQ	Pegar aqueles desenhos e mostrar pra turma, mostrar pra elas... Quem tá certo? Quem tá errado?
4	PQRF	Quem tá errado?
5	PQ	Isso é a mesma coisa que... no experimento da vela. Era o Birk e o Lawson de um lado e o Discovery Kids do outro. Então a gente vai precisar construir um <i>power point</i> .
6	PQRF	Exatamente disso.
7	PQ	Exatamente.
8	PQRF	Duas situações diferentes.
9	PQ	Tem gente que pensa assim, tem gente que pensa assado. Quem tá certo? Quem tá errado? Como você faz pra provar que você tá certo? E como você faz pra provar que você tá errado? Tenta refutar você própria (PQ procurava mostrar para PQRF como falar com as professoras). Então eu acho que nesse procedimento... esses passos que a gente viu lá no experimento da vela... eles precisam ser retomados agora PQRF.
10	PQRF	Com certeza.
11	PQ	Pra gente conseguir levar essa argumentação mais...
12	PQRF	Mais a fundo.
13	PQ	Mais a fundo.
14	PQRF	Eu concordo plenamente.
15	PQ	Porque a argumentação... ela tem que ser alimentada. A partir do momento que o cara... o cara quer resolver a situação logo.
17	PQRF	Sem dar a resposta.
18	PQ	Sem dar a resposta. Exatamente, porque se você der a resposta, você corta o processo.
19	PQRF	Você corta o processo. Inclusive PQ eu acredito até assim... no começo, agora da nossa conversa eu disse que seriam necessárias intervenções teóricas minhas. Eu já não acho mais isso.
20	PQ	Por que?
21	PQRF	Por que eu acho que a intervenção teórica ia encurtar o caminho do desenvolvimento delas. Porque de repente o que ela ia pensar? O professor de Química deu uma...
22	PQ	Resposta.
23	PQRF	...uma contribuição e eu vou me segurar nisso aqui. Ou seja eu prejudiquei a construção do conhecimento dela. Então eu acho que é válido as minhas contribuições serem com situações do cotidiano que vão fazer elas ganharem outros horizontes, pensar em outras coisas, enxergar as coisas de outra forma, sem dar a fundamentação teórica.
24	PQ	Bom... então é o seguinte. Nas nossas discussões aqui você percebeu que as suas intervenções tem que ser muito cuidadosas.
25	PQRF	Sutis também.

26	PQ	Então você acha que você não pode ir dando muita teoria e ir tentando explicar e tal?
27	PQRF	Não posso porque senão eu vou encurtar a argumentação delas. A busca pela resposta.

Nesse episódio são encontradas evidências de que a apresentação da proposta de formação em serviço e a relação com PQ desencadearam um processo de reflexão acerca de sua prática pedagógica e conseqüentemente uma alteração em suas concepções acerca do ensino com argumentação e desenvolvimento do PCKarg.

PQ iniciou o episódio elencando os elementos que devem estar presentes no encontro 2 da formação em serviço. Verifica-se um fator importante quando PQ expõe para PQRF como pretende que a controvérsia seja apresentada. PQRF constatou que essa maneira é a mesma que foi vivenciada em seu curso de Prática do Ensino. A partir do turno 9 PQ procurou deixar claro que a controvérsia pode ser empregada para estimular, alimentar e aprofundar a argumentação.

Além disso, PQ procurou mostrar que a construção dos conhecimentos pode ser cortada dependendo da postura que o professor assumir ao longo do processo argumentativo. Nesse contexto, fornecer respostas prontas é um procedimento desfavorável.

Analisando o episódio interativo 6 há indícios de que as discussões ao longo dos turnos 9 a 18 dispararam as habilidades metacognitivas de PQRF. Com base nisso, constata-se que a partir do turno 19 até o turno 27 esse professor apresentou uma mudança na visão de seu papel como formador.

Inicialmente seu foco era centrado na importância de suas intervenções. PQRF se via como o detentor de conhecimento específico e portanto julgava que suas intervenções eram a única forma de favorecer o avanço das professoras na esfera do conhecimento conforme se verifica no turno 2 do episódio 3.

Entretanto, ao longo do episódio 6 passou a tomar maior consciência da importância da argumentação e da busca por respostas por parte dos participantes do processo. Com isso, percebeu que suas intervenções teóricas mesmo que pequenas podiam desfavorecer o processo de argumentação e conseqüentemente o processo de construção de conhecimento.

Assim, conforme observa-se no turno 23 PQRF propõe que suas intervenções devem ser no sentido de abrir novas possibilidades para o processo argumentativo e apresentar outras perspectivas para a situação-problema sob investigação. Embora isso já tinha sido citado nos turnos 4, 6, 8, 10 e 14 do episódio interativo 5, PQRF apresentou essa concepção de modo mais enfático. Seu sistema de concepções aparentemente começou a sofrer menos influência da socialização pré-profissional (TARDIF, 2002) e passou a sofrer maior influência das discussões que se estabeleceram no encontro 1.

A mudança nas influências que se verifica aqui está relacionada às concepções no curso de prática de ensino que foram trazidas para o planejamento dos encontros.

Inicialmente verificava-se que embora entendesse a importância da argumentação na construção de conhecimento, sua vivência como estudante na maioria das aulas de graduação e evidentemente ao longo do Ensino Básico o faziam ainda perceber o professor como o detentor e transmissor do conhecimento (TARDIF, 2002).

Assim, verifica-se que ainda trazia o modelo da racionalidade técnica em que o professor é visto como um técnico que detém o conhecimento para resolver o problema (SCHNETZLER, 2003).

Por outro lado, durante o episódio 6 passou a assumir o modelo da racionalidade prática ao considerar a perspectiva dialógica na construção dos conhecimentos. Isso é feito negando seu papel de transmissor do conhecimento conforme se verifica nos turnos 21, 23 e 27 do episódio interativo 6.

Desse modo, observa-se que a leitura e discussão do projeto geraram a tomada de consciência dos principais aspectos envolvidos nesse projeto e desencadeou um processo de reflexão acerca de qual deveria ser seu papel como formador a fim de que fosse favorecida a argumentação e a construção de conhecimentos por parte das professoras.

Verifica-se a partir desses dados que os turnos 9 a 18 desencadearam um processo de reflexão que provocou uma mudança de visão acerca das estratégias instrucionais. PQRF deixou de conceber-se no papel de bom respondedor para assumir o papel de bom perguntador.

Nessa nova posição as demandas cognitivas envolvidas na interação entre PQRF e as professoras são de outra ordem. PQRF deveria migrar de apenas um conhecedor do conteúdo específico (“Bom respondedor”) para alguém que identifica concepções enganosas e possui um repertório que favorece com que ele possa lidar com essas concepções, fazer os questionamentos corretos de modo a levar as professoras a superá-las sem dar a resposta (“Bom perguntador”).

Outro aspecto importante surge analisando o episódio 7. Observa-se que a prática docente de PQ causou influência no repertório de PQRF acerca de como fomentar a argumentação. Cabe ressaltar que o fato narrado, no turno 6 do episódio 7, ocorreu cerca de um ano antes dos encontros para planejamento da formação em serviço.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 7

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Agora... qual você acha que vai ser o comportamento delas quando você não der a resposta?
2	PQRF	Então é assim... eu acredito que quando eu não der a resposta elas vão achar que chegaram num denominador comum. Que elas chegaram na resposta. Até por exemplo. Ela vai ter uma concepção prévia. Então eu tô ali do lado, não interferei, não dei a resposta. Então eu acho que a atitude que elas vão ter é de se agarrar naquilo como se a coisa já tivesse acabado, afinal na cabeça delas o fenômeno da evaporação é uma coisa simples. Então eu acho que quando eu não interferir elas vão pensar que já chegou num ponto que... já chegaram mais ou menos na...
3	PQ	Então mas aí a gente precisa criar estratégias pra alimentar a argumentação pra ela não parar. E aí?
4	PQRF	Realmente, se elas chegaram em falarem óóóó, fechou, fechou, a gente pega e... controvérsia.
5	PQ	Pimba, controvérsia.
6	PQRF	Uma só. A é... então se é assim... então por que que isso é assim? Eu acho que é uma boa estratégia. Foi o que o professor fez (PQRF se refere à estratégia de PQ durante as aulas envolvendo o experimento da vela e argumentação durante sua graduação). Quando eu cheguei num... quando eu esgotei as minhas teorias eu falei agora tá perfeito. O professor me perguntou: Qual a temperatura de ebulição de uma molécula de água? Foi mais três semanas de discussão.
7	PQ	Pois é. Bom...
8	PQRF	No entanto nossa discussão no experimento da vela ela ganhou proporções muito grandes... acerca desse dado.

Ressalta-se ainda que durante a sua graduação PQRF ainda não havia sido convidado para participar do presente trabalho e não tinha tido nenhum outro acesso à argumentação investigativa senão pela interação com PQ e demais colegas de turma a partir do experimento da vela encapsulada.

Isso significa que o acesso ao ensino investigativo e a maneira de conduzir uma aula de laboratório investigativo se deu apenas durante as aulas de PQ. Com isso, por meio do turno 6 nota-se que PQRF sofreu influência da prática docente de PQ.

Conforme encontramos na literatura, PQRF manifesta, no turno 6, a construção de um saber pré-profissional, que é apontado por Lortie (1975) como fruto da aprendizagem por observação⁵. Essa se fundamenta na observação da prática docente de PQ e é resgatada durante os encontros para planejamento.

Desses dados, da proposta de Lortie (1975) e do trabalho de Johnson (1994) surge um aspecto importante em relação à formação de licenciandos acerca dos desafios que esses enfrentam ao iniciar suas carreiras.

Muitos licenciandos após anos de escolarização identificam práticas docentes inadequadas que de algum modo influenciam suas concepções a respeito do como deve ser um bom professor. Contudo, embora, em alguns casos, essas práticas possam servir de base para fazer os licenciandos superá-las, isso não ocorre com a maioria dos professores.

O que ocorre na maioria dos casos é que os professores, na falta de modelos alternativos de como realizar a prática docente adotam o modelo de ensino que eles

⁵ Nossa tradução do termo cunhado por Lortie (1975) como: *apprenticeship of observation*.

vivenciaram como estudantes conforme se verifica no trecho a seguir retirado do trabalho de Johnson (1994).

Tem sido realmente frustrante me assistir reproduzir os velhos comportamentos e não saber como mudá-los no momento. Agora eu sei que eu não quero ensinar desse jeito, eu não quero ser esse tipo de professor, mas eu não tenho outras experiências. É como ter caído em uma armadilha de ensinar como eu fui ensinado e eu não sei como me livrar desse modelo. Eu acho que eu ainda necessito mais modelos de como fazer isso mas cabe a mim realmente me empenhar em aplicar o que eu acredito quando eu estou ensinando (JOHNSON, 1994, tradução nossa).

Com base no episódio 7 e nos demais dados desta pesquisa verifica-se que a prática docente de PQ, com argumentação, modela, até certo ponto, a prática que PQRF pretende empregar nos encontros com as professoras.

Ao ter vivenciado a situação de ter esgotado suas possibilidades de raciocínio e argumentação e a partir da intervenção de PQ, fazendo uma pergunta que fomentava a controvérsia e o debate, PQRF ficou mais apto a compreender qual deve ser seu papel ao fomentar a argumentação e como esse papel deve ser desempenhado.

É importante destacar o papel das reflexões que ocorreram no processo. Mesmo depois de ter vivenciado a argumentação nas aulas da graduação, PQRF ainda demonstrava ser dirigido pela coexistência de dois modelos docentes. O primeiro criado por influência de sua escolarização (Bom respondedor) e o segundo por influência de sua vivência com argumentação investigativa (Bom perguntador) de modo que o primeiro modelo se sobrepunha ao segundo.

Contudo, verifica-se que, ao longo do encontro 1, essa sobreposição tendeu a diminuir devido a um aspecto que não estava presente nas aulas de graduação e que foi o ponto chave dos encontros para planejamento. Nesse momento PQRF é levado a analisar o processo de argumentação a partir da perspectiva do professor, o que demanda ao menos:

- (i) Refletir acerca das intenções por trás das atividades e eventos com as professoras.
- (ii) Selecionar e entender quais são as metas com essas atividades.
- (iii) (Re)desenhar, em colaboração com PQ, o plano de ação pedagógico e julgar sua eficácia e eficiência.

Assim, por influência dessas demandas cognitivas e do modelo de ação docente identificado nas aulas de PQ, observa-se que esse professor tomou consciência das intencionalidades do professor ao planejar e executar aulas

argumentativas e a ampliar seu repertório das estratégias de como fomentar a argumentação.

Conforme proposto por Zeidler (1997) não é possível que os professores incorporem em sua prática docente o trabalho com argumentação sem que esses tenham vivenciado, como estudantes, a argumentação investigativa.

Contudo, a partir dos dados obtidos neste trabalho acrescentamos que embora a vivência com argumentação seja condição necessária; para que os professores a adotem de modo adequado em suas aulas, ela não é condição suficiente.

Essa prática docente somente poderá ser adequadamente adotada caso os professores conheçam modelos de práticas argumentativas e sejam levados, pelo menos em princípio, a:

- (a) Acreditar no potencial desses modelos e incorporá-los em sua prática.
- (b) Refletir acerca dos resultados obtidos na ação pedagógica de aplicação desses modelos.
- (c) Reformular e readaptar os modelos a partir de suas experiências.

Assim que PQRF passou a incorporar os modelos de práticas argumentativas observa-se que foi capaz de emitir juízo de valor acerca do papel de PQ em relação a fomentar o ensino investigativo. Desse modo, era capaz de identificar estratégias que estão desalinhadas com as práticas argumentativas envolvidas no modelo incorporado conforme se observa no turno 2 do episódio 8.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 8

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Então a menina do laboratório... ela leva os garotos lá... e é ela que faz a demonstração dos experimentos. Os garotos nem põem a mão na massa. As professoras nem relam nos experimentos.
2	PQRF	O que já é uma coisa que diverge completamente do que nós propomos né.
3	PQ	Sim, tudo o que a gente estudou.
4	PQRF	Claro.
5	PQ	...que você vivenciou... você vai encontrar uma realidade totalmente diferente da tua formação na prática de ensino.
6	PQRF	Na prática de ensino.

Uma importante característica desse modelo é que ele apresenta estratégias que são de simples implementação além de auxiliar os professores a construir o conhecimento que eles necessitam para identificar as características do ensino investigativo e entender os propósitos de empregar a argumentação científica em sala de aula (POGROW, 1996).

Sendo assim, PQRF, com base no modelo incorporado, identificava qual era o papel da experimentação (demonstração investigativa ou laboratório investigativo), das

concepções prévias e do material didático na sua relação com uma prática docente visando a argumentação.

Dessa maneira, já era capaz de julgar se a forma com que uma experimentação era conduzida se configurava em ensino investigativo. Com isso, identifica-se a importância de fornecer um modelo contendo algumas estratégias voltadas para o ensino investigativo.

Não se pretende afirmar com isso que esse modelo seja um guia, contendo a “receita de bolo”, a ser seguido por professores que queiram incorporar a argumentação científica em suas aulas.

A partir da ideia de incorporação de modelos de práticas argumentativas apenas chamamos a atenção para a importância de dar aos licenciandos ou professores algumas ideias de como a prática argumentativa se caracteriza durante a ação docente, de modo que essas ideias se configurem somente como pontos de partida para que eles possam desenvolver suas próprias atividades argumentativas, conforme apontam Simon, Erduran, Osborne (2006).

No trabalho desenvolvido por esses autores, encontramos evidências de que expondo os professores aos mesmos modelos de práticas argumentativas, as práticas docentes desses professores são diferentes. Isso significa que o uso da argumentação é professor-dependente, porque os professores implementam novas ideias de modo diferente, consequentemente adaptam esses modelos às demandas que surgem no contexto de suas aulas de modo a criar suas próprias estratégias.

Além disso, conforme apontado por Simon, Erduran, Osborne (2006), o conhecimento e entendimento inicial dos professores a respeito de argumentação determina sua capacidade de mudar a prática docente e, consequentemente, determina também seu desenvolvimento como professor.

Observando as considerações de PQRF feitas após assistir a aula do Lapef a respeito do Barquinho, é possível identificar outro dado importante a respeito do conhecimento de modelos de práticas argumentativas.

Na aula do barquinho, verifica-se claramente a presença da estrutura de uma aula que leva os estudantes a argumentar e resolver uma situação-problema de grau quatro (Pella, 1969). Uma característica latente nesse vídeo é a apresentação dos procedimentos didáticos para condução de um laboratório investigativo com a proposta de uma situação-problema suficientemente bem elaborada para fomentar a argumentação científica. Nesse contexto esse vídeo fornece um modelo de práticas argumentativas.

PQ e PQRF assistiram a essa aula e verificou-se que PQRF em vários momentos balançava a cabeça afirmativamente concordando com a situação que era

observada no vídeo. A respeito de uma situação em que um estudante afirmava que, durante a resolução do problema, cada um deu sua opinião pra conseguir que o barquinho se equilibrasse, PQRF fez o seguinte comentário: “*cê viu como o conhecimento é construído? O grupo é sempre mais inteligente que o indivíduo.*”

Dessa maneira, se observa que identificava nesse vídeo um potencial modelo de prática argumentativa a ser seguido, conforme observa-se no episódio 9.

No episódio interativo 9 verifica-se que PQRF prontamente identificou a estrutura da prática argumentativa proposta na aula do barquinho. Dentro dessa estrutura identificou o potencial de levar os estudantes a dizer como e porque, conforme se observa no turno 2.

Além disso, identificou o passo-a-passo da prática argumentativa, desde iniciar a aula apresentando a situação-problema, favorecendo possibilidades de erros e acertos, até o momento de socialização de ideias em que se discute como e por que.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 9

1	PQ	Entendeu? Esse é o contexto que eu acho que a gente deve favorecer lá pra elas... porque essa é uma coisa que elas podem fazer lá com os pequenos.
2	PQRF	O como e o porquê é muito forte.
3	PQ	Como e porquê. E a gente pode questionar as explicações delas... questionar o como e o porquê.
4	PQRF	Sim. E então a gente começa apresentando os materiais, a situação-problema.
5	PQ	Isso. Problema aberto. Resolve.
6	PQRF	Resolve. Resolveu... Como? Por que?
7	PQ	Agora vai ter um momento que a gente vai ter de fazer o <i>design</i> ... comprar um aquário, talvez comprar... dar plásticos e prendedores como eu falei, dar vidros, um vidro grande, dois vidros que podem fazer isso aqui (PQ faz um formato de V com as mãos) quer dizer...
8	PQRF	Dar possibilidades pra elas de erros e acertos.
9	PQ	É verdade.
10	PQRF	De repente dar os dois. Dar o plástico e dar o vidro.
11	PQ	É.
12	PQRF	Vamos ver qual que elas... na cabeça delas o que elas escolhem Qual que vai dar uma efetividade melhor.
13	PQ	Exato, entendeu? Então eu acho que isso é interessante. De repente elas escolhem um outro caminho. Deixar o aquário ao Sol... em vez de usar a lâmpada. Ou seja existem <i>n</i> possibilidades e aí depende da criatividade da pessoa.
14	PQRF	Com certeza.
15	PQ	Então eu acho que é isso. A gente favorece... ou seja... elas vivenciarem uma situação de ensino investigativo...
16	PQRF	Com certeza.
17	PQ	...que ela tem que passar pelo como e chegar até o porquê.
18	PQRF	E isso vai criar na cabeça delas realmente uma, um modelo pedagógico pra ensinar pros...
19	PQ	Sim. Depois ela vai ver os... na outra aula receber...
20	PQRF	E vai assistir também... (PQRF aponta para o vídeo)
21	PQ	...a ideia de <i>doing Science</i> e <i>doing school</i> , discutir a respeito disso. E vai assistir o vídeo. Entendeu PQRF? É isso.
22	PQRF	Legal. Proposta eu acho muito boa. O método também... vai funcionar. Eu acho que o método tem tudo pra dar certo.

Observa-se ainda que PQRF identificava essa prática argumentativa como um modelo pedagógico que as professoras poderiam utilizar com seus estudantes. Desse modo, acreditava que esse modelo se configura numa prática pedagógica que tem potencial para favorecer a argumentação.

Analisando os episódios produzidos no encontro 1, verificou-se que PQRF na interação com PQ estabeleceu discussões que produziram ao menos três mudanças de visão a respeito de estratégias instrucionais (MVEI).

Essas mudanças estão resumidas na tabela 5 juntamente com os turnos em que se identifica a comunicação oral em que a referida mudança é identificada. Na tabela 5 são mostrados ainda os fatores, identificados na interação com PQ, que foram desencadeadores dessas mudanças de visão.

Observa-se que as mudanças de visão que ocorreram com PQRF, durante o encontro 1, foram causadas basicamente pelas discussões e reflexões a respeito de como favorecer a argumentação. É importante observar que as reflexões de PQRF ocorreram a partir do conhecimento de modelos de práticas argumentativas que causaram a tomada de consciência dos elementos que devem estar presentes numa aula argumentativa e como articular esses elementos durante a aula.

Tabela 5. Resumo das mudanças de visão de PQRF a respeito de estratégias instrucionais (MVEI) argumentativas no encontro 1.

<i>MVEI</i>	<i>Episódio</i>	<i>Turnos</i>	<i>Fator desencadeador</i>
<i>Compreende que fazer boas perguntas é melhor que dar boas respostas.</i>	6	19, 21, 23, 27	<i>Discussão a respeito de como favorecer o processo de argumentação por meio do fomento ao posicionamento acerca de divergências conceituais.</i>
<i>Toma consciência de que a apresentação de controvérsia favorece o processo argumentativo.</i>	7	6 e 8	<i>Reflexões a respeito de como PQ fazia perguntas que levavam a argumentação durante a graduação de PQRF.</i>
<i>Identifica as diferenças estruturais entre uma proposta investigativa e uma não investigativa.</i>	8	2	<i>Discussão a respeito da influência das aulas desenvolvidas por PB nas aulas das professoras.</i>
	9	2, 4, 6, 8, 18 e 22	<i>Reflexões de como implementar um laboratório investigativo com estudantes do Ensino Fundamental I após assistir a aula do barquinho (Lapef).</i>

Nota-se que as mudanças de visão que ocorreram, durante o encontro 1, foram causadas basicamente pelas discussões e reflexões a respeito de como favorecer a argumentação. Observamos que as reflexões, que ocorrem a partir do conhecimento de modelos de práticas argumentativas, causaram a tomada de consciência dos elementos que devem estar presentes numa aula argumentativa e como articular esses elementos durante a aula.

No turno 9 do episódio interativo 6, verifica-se que a vivência de PQRF com o laboratório investigativo no experimento da vela e a prática docente desenvolvida por PQ causaram influência nas visões desse professor.

Como se verifica no turno 6 do episódio interativo 7, PQRF relaciona a prática docente de PQ como uma boa estratégia. Além disso, no turno 18 do episódio 9 esse

professor observou que o modelo proposto na aula do barquinho do Lapef é um modelo pedagógico que as professoras poderiam utilizar em sala de aula.

Admitindo que o modelo de aula empregado por PQ, no laboratório investigativo com o experimento da vela, é semelhante à estrutura da aula do laboratório investigativo com o experimento do barquinho, verifica-se nesse contexto, que tanto a prática docente de PQ quanto a aula do Lapef são os principais modelos de práticas argumentativas que causaram as mudanças de visão relacionadas na tabela 5.

Ao finalizar o encontro 1 PQRF estava ciente de quais eram as estratégias necessárias para propiciar a argumentação. Contudo, como essas estratégias deveriam ser implementadas ainda não havia sido discutido. Essa discussão iniciou-se no encontro 2 e estendeu-se até o encontro 3.

4.2.3 O conhecimento das estratégias instrucionais no encontro 2

É importante ressaltar que as discussões realizadas no encontro 2 foram motivadas pela identificação, por parte de PQ após o encontro 1, das demandas necessárias para fomentar a argumentação.

Todos os episódios relacionados a esse encontro foram gerados a partir das discussões em que PQ e PQRF buscaram estruturar situações-problema e estratégias instrucionais capazes de desencadear processos argumentativos que ao mesmo tempo fossem identificados pelas professoras como situações que merecessem ser investigadas. Na figura 22 verifica-se os aspectos que foram considerados, na visão de PQ, como elementos que devem fazer parte das estratégias de como mostrar que uma situação-problema merece ser investigada.

Figura 22. Elementos da problematização investigativa identificados por PQ.

O mapa conceitual na figura 22 foi feito com base nas discussões que se estabeleceram nos episódios interativos 6, 7, 9 e 10. A problematização investigativa mostrada nessa figura configura-se em um modelo de práticas argumentativas para PQRF, uma vez que nessa verifica-se o caminho empregado para estruturar a aula argumentativa vivenciada em sua graduação.

Cabe ressaltar que no episódio 9 identificamos a contribuição do vídeo do Lapef na estruturação dos encontros com as professoras. Conforme vemos no turno 3 PQRF identificava a presença de dois elementos importantes no vídeo (**como** e **por que**) e no turno 22 mostrava acreditar que esse método era adequado. É nesse contexto que admitimos que o trabalho do Lapef também era um modelo de práticas argumentativas para PQRF.

No episódio 10 encontra-se a transcrição dos momentos em que PQ novamente apresentou suas visões a respeito de como fomentar a investigação e quais são os elementos básicos de uma problematização investigativa.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 10

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	O terceiro encontro eu acho que é um momento extremamente importante. Veja eu coloco aqui ó... refinamento da situação-problema, apresentação de controvérsia e aqui tá reforço da controvérsia. Foi uma coisa que eu fiz naquele experimento da vela. Então o que eu acho que o que a gente tem de pensar pro terceiro encontro é como que a gente vai refinar a situação-problema, como é que a gente vai...aqui tá... (PQ aponta para seu caderno de notas) apresentar controvérsia... entendeu
2	PQRF	Problematizar.
3	PQ	Problematizar. Por que por exemplo, a gente pode chegar no terceiro e mostrar hipóteses que elas não levantaram, ou então pegar coisas da literatura. Fulano de tal disse que acontece tal coisa, fulano de tal diz que acontece tal coisa...
4	PQRF	Dois controversos.
5	PQ	É! Você concorda com esse ou com esse? Ou você não concorda com nenhum dos dois e vai criar uma terceira hipótese. Você lembrar que isso foi feito no experimento da vela.
6	PQRF	Lembro. O <i>Discovery Kids</i> diz isso.
7	PQ	Isso. E o Lawson e o Birk dizem aquilo. Então eu acho que o nosso foco deve ser... nesse terceiro experi... éééé encontro... como é que isso vai ser feito. Como é que nós vamos refinar a situação-problema, apresentar a controvérsia e reforçar a controvérsia? É isso que a gente tem de ver aqui. Entende.
8	PQRF	É.

No episódio interativo 10 verificamos que PQ e PQRF discutem como viabilizar estratégias de problematização. É possível notar que PQRF percebe que basta elencar duas hipóteses diferentes e apresentá-las para criar ou reforçar a controvérsia e fomentar o posicionamento, conforme se verifica nos turnos 2 a 7.

A respeito do posicionamento verificamos, no turno 5, que PQ deixa claro para PQRF que deve ser propiciado às professoras mais do que se posicionar contra ou a favor dos dois argumentos controversos apresentados. Assim, as professoras podem criar uma terceira hipótese caso julguem necessário. PQ novamente estimula PQRF a

lembrar-se que essa estratégia já havia sido vivenciada por ele no laboratório investigativo do experimento da vela.

Ao longo do encontro dois PQRf apresentou suas concepções a respeito do papel da refutação no processo de argumentação e na construção de conhecimento. Suas concepções acerca do papel da refutação e da auto-refutação causaram influência em suas propostas de estratégias instrucionais. Nos episódios interativos 11 e 12 é possível identificar o nível de importância que dava à refutação e à influência disso em sua visão a respeito das estratégias instrucionais.

Vemos que esse professor acreditava que induzir as professoras a se refutar poderia ser uma prática docente interessante. Acreditava ainda que por meio desse procedimento seria possível medir o quanto uma professora dominava determinado conteúdo.

No episódio 11 observa-se indícios de que PQRf pensava que uma pessoa somente é capaz de provar que suas ideias são verdadeiras. Assim, acreditava que a auto-refutação não era possível dentro do processo argumentativo.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 11

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Uma coisa importante. Como é que você favorece a argumentação? Pede pra elas provar que a teoria que elas levantaram...
2	PQRf	É verdadeira.
3	PQ	É falsa.
4	PQRf	É falsa.
5	PQ	É pedir pra que elas...
6	PQRf	E se a gente pedir pra uma refutar a outra?
7	PQ	Essa até é uma possibilidade... mas você lembra que eu fiz na prática do ensino o seguinte... depois que todo mundo fechou, se o cara fechou uma ideia ele não vai analisar mais os prós e os contras, principalmente os contras. O que ele pode fazer ainda depois que ele fechou é dar uma olhadinha nos prós. Isso aqui tá certo por isso, por isso, por aquilo. Então qual que é a ideia de você... é tentar favorecer a controvérsia... além de apresentar? É falar pra pessoa, então já que você disse que isso é assim, que tal você pensar um jeito...
8	PQRf	De me provar isso?
9	PQ	...de provar que isso tá errado? Entendeu o que eu falei? Depois que o cara fala assim: Ah! O oxigênio acaba quando a vela apaga. Então porque a vela apagou eu posso dizer que o oxigênio acabou. Então o cara pega e conclui isso aí. Eu pego e digo tá... e se você quiser provar que oxigênio não acaba.
10	PQRf	Não acaba. O contrário do que ele acha.
11	PQ	É.
12	PQRf	Pode ser. A gente pode usar isso aí.
13	PQ	Nós precisamos usar isso aí. Aqui eu vou coloca ééééé...
14	PQRf	Em nenhum momento nós vamos indu... obrigat... não obrigat, obrigat é uma palavra ruim, vamos supor. Chegar e... apresentem as teorias. Cada uma apresenta suas teorias e pede pra uma refutar a outra. Por exemplo você... refute a teoria da sua colega pra justamente medir quanto a pessoa sabe.
15	PQ	Mas eu acho que a refutação PQRf ela tem de ser espontânea.
16	PQRf	Espontânea e natural.
17	PQ	Você não pode chegar e falar... refuta ela. Eu acho que ela tem de surgir como surgiu lá com vocês (PQ refere-se novamente ao curso de prática do ensino) ela tem de surgir naturalmente. Quer dizer...
18	PQRf	Alguém fala uma coisa que você já sabe...
19	PQ	Sim.
20	PQRf	...e você fala pera eu não concordo por isso.

21	PQ	Por isso. Então se você induz a refutação eu não sei se ela vai surgir naturalmente.
22	PQRF	É verdade!

Assim, esse professor admitia que as professoras apenas poderiam provar que estão certas ou refutar umas às outras. Nos turnos 2 e 8 verifica-se que PQRF propõe que deve-se pedir para as professoras que provem que sua teoria é verdadeira. Nos turnos 6, 14, 18 e 20 verifica-se que propõe que as professoras sejam levadas a se refutar.

No turno 14 PQRF pergunta a PQ se haverá um momento em que a refutação será forçada, pois acreditava que quando um participante da argumentação é capaz de refutar outro, aquele mostra ter mais conhecimento que esse.

Sendo assim, parecia acreditar que ao dominar determinado conhecimento e possuir concepções acerca desse, não há a possibilidade de encontrar uma falha em suas concepções. Desse modo, não existe a possibilidade de auto-refutação de modo que a construção de conhecimento por meio de metacognição, em sua visão, era inviável conforme nota-se no episódio 12.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 12

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Agora pedir pra pessoa provar, experimentalmente, o contrário do que ela acha...
2	PQ	Me parece um exercício mental interessante.
3	PQRF	Mas é muito difícil. Eu não consegui por exemplo.
4	PQ	Não?
5	PQRF	Não consegui provar uma coisa que eu não achava que era verdade.
6	PQ	Você não conseguia...
7	PQRF	É que eu achava que o oxigênio era consumido até um nível em que ele não sustentava mais a chama.
8	PQ	Você já acha isso?
9	PQRF	Eu já achava isso.
10	PQ	Você partiu desse pressuposto.
11	PQRF	Eu parti desse pressuposto. Eu falei não... quando começou a discussão o pessoal falou ah... acaba. Eu falei não acaba... primeiro que não acaba. Ele é consumido até um nível que... não sustenta mais a chama. Não sei qual é esse número. Eu parti desse pressuposto. Não sabia que é 16%.
12	PQ	Mas eu queria...mas eu pedi pra você refutar tua hipótese.
13	PQRF	Pra eu refutar minha hipótese.
14	PQ	Pra você se refutar. E você não conseguiu.
15	PQRF	Eu não consegui criar uma teoria que o oxigênio acabasse. Eu achei muito difícil. Eu não consegui eu não fui capaz.
16	PQ	E você acha que isso é um ponto positivo ou negativo? Ou seja você não conseguir se refutar.
17	PQRF	Eu acho um ponto negativo.
18	PQ	Por que?
19	PQRF	Porque assim...eu acredito que a Ciência é construída em cima da refutação. E eu mudei de ideia várias vezes. As pessoas falavam e eu falava opá... já mudei de ideia. Já não penso mais isso. Essa frase é muito... e quando... eu acho que o erro... tem uma coisa muito boa no erro. É o aprendizado. O erro traz mais aprendizado... ele traz mais coisas boas que ruins. Então eu acho que se eu conseguisse me refutar seria uma coisa excelente (inaudível) mas eu não consegui.

Observa-se que PQRF avaliava a dificuldade das professoras em realizar a auto-refutação com base em suas próprias dificuldades. O fato de ter sofrido influência das ideias colocadas na discussão pelas demais participantes do seu primeiro contato

com a argumentação investigativa, reforçou a concepção que o conhecimento se constrói somente por meio da refutação e que essa refutação deve partir de outra pessoa.

Assim, ser solicitado a se refutar e não conseguir, foi visto com um ponto negativo. Desse modo, possuía a concepção de que não ser capaz de se auto-refutar era um grande obstáculo na construção do conhecimento.

A visão que PQRF tinha a respeito da epistemologia da Ciência é de fundamental importância na aquisição dessa concepção. No turno 20 nota-se como essa concepção estava estruturada e porque era dada ênfase à refutação por parte dos pares e porque julgava inviável a auto-refutação.

Na visão da epistemologia da Ciência que possuía o erro e sua superação foram fundamentais para os avanços científicos. Nesse contexto, é importante que alguém identifique seu erro, o exponha de modo a gerar um processo de refutação que possa levá-lo a superar o erro.

A partir dessa concepção PQRF mostrava evidências de que, em sua visão, a melhor estratégia era levar os participantes da argumentação a refutarem uns aos outros. Nesse contexto, a impossibilidade da auto-refutação simplesmente a descartava como uma estratégia argumentativa. Vemos que esse professor possuía uma posição rígida acerca da auto-refutação conforme observa-se no episódio interativo 13.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 13

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Você já conseguiu se refutar.
2	PQ	Eu nunca fui exposto a esse tipo de situação. Mas assim... eu tento... provar... eu tento olhar se aquilo que eu... se aquele dado que eu tô ... se a conclusão que eu tô chegando faz sentido.
3	PQRF	Posso propor uma... crie uma... me dê uma teoria agora, que me fale que entropia do sólido é maior que a do líquido.
4	PQ	Refutar isso?
5	PQRF	Não, eu quero que você me prove que a entropia do sólido é maior o que a do líquido.
6	PQ	Que a entropia do sólido é maior que a do líquido? Pois é. Essa é uma coisa que eu vou por muita energia pra pensar.
7	PQRF	Porque você sabe que é o contrário.
8	PQ	Pois é.
9	PQRF	Você tá convencido que de que a entropia...
10	PQ	Que a entropia do sólido é menor que a do líquido.
11	PQRF	Você tá convencido disso. Assim com eu estava convencido que o oxigênio não acabava. Então você vai ter de por muita energia... Eu ainda fui legal. Eu podia ter falado do sólido e do vapor. Prove-me que a entropia do sólido é maior que a do vapor. É muito difícil né?
12	PQ	Pois é mas... eu vou ter de por energia pra pensar hipóteses...
13	PQRF	Da entropia do sólido ser maior que a do vapor.
14	PQ	Exato. Mas eu acho que esse é um caminho. Então agora tenta pensar... porque veja... o conceito de entropia, se você comparar com essa coisa da evaporação, no nível que a gente tá abordando com elas é diferente. Por que é diferente? Porque a entropia é uma coisa cristalizada na Físico-Química e eu tenho conhecimento de entropia. E a evaporação... elas não têm o nível de conhecimento de evaporação que eu tenho de entropia. Então você fica travado dentro do teu conhecimento. Eu acho que elas têm... pra elas a exploração conceitual talvez seja um pouco mais tranquila...

15	PQRF	Claro.
16	PQ	...ela migrar justamente pela falta de conhecimento.
17	PQRF	Exatamente.
18	PQ	Porque...
19	PQRF	Ela não vai criar uma barreira.
20	PQ	...ela não fica presa a alguns modelos ou paradigmas. Não sei! Isso é uma coisa que a gente vai ter de ver... a gente vai aprender também durante a caminhada.
21	PQRF	É verdade!

No episódio 13 vemos que PQRF afirmou que a auto-refutação é um processo impossível de ocorrer. Com a finalidade de provar seu ponto de vista convidou PQ a refutar a afirmação: *“A entropia da sólido é maior que a do líquido.”*

Assim, tomou um conceito clássico da Termodinâmica e pediu que PQ refutasse esse conceito. Cabe ressaltar que PQ também foi professor de Termodinâmica de PQRF durante sua graduação e dessa forma foi o responsável por apresentar-lhe o conceito de entropia.

Desse modo, gerou uma situação-problema para a qual, julgava que, PQ somente teria uma opção de resposta. Com isso, procurou mostrar como a impossibilidade de se auto-refutar poderia surgir. Novamente, verificamos que PQRF avaliava as dificuldades dos estudantes a partir de suas próprias dificuldades.

Seus conhecimentos e concepções a respeito da epistemologia da Ciência e dentro desses, a ênfase que é dada ao papel da refutação, o faziam considerar o favorecimento da auto-refutação como uma estratégia argumentativa não factível.

Contudo, desconsiderava que o conhecimento aprofundado que uma pessoa possui pode aprisioná-la a modelos e concepções que podem ser um entrave a auto-refutação. Desconsiderava também que ter menor conhecimento pode significar ter menor apego a determinados paradigmas e portanto ser mais livre para buscar ideias alternativas.

Porém, a partir do argumento apresentado por PQ no turno 14, PQRF dá evidências de que passou a conceituar de modo diferente a impossibilidade da auto-refutação, conforme se observa nos turnos 15, 17, 19 e 21 do episódio 13.

Com a finalidade de expandir as discussões PQ, no episódio 14, procurou mostrar caminhos de como fomentar tanto a refutação quanto a auto-refutação por meio da indução ao levantamento e o teste de hipótese. Nesse episódio nota-se que PQ procurou apresentar alguns objetivos epistêmicos que podem, além de facilitar a argumentação, fomentar processos de auto-refutação.

É possível observar que procurou-se mostrar quais devem ser as metas a serem alcançadas durante o processo de argumentação e quais contribuições orais deve-se fazer para atingir essas metas.

Nos turnos 1, 2, 3 e 4 verificamos que apresentam-se os procedimentos

metodológicos que devem permear sua interação com as professoras. Verificamos que esses estão relacionados a levar as professoras a justificar suas afirmações com evidências. Isso deve ocorrer a partir da indução ao levantamento e teste de hipótese.

Desse modo, a hipótese levantada pode ser justificada pela evidência obtida no teste de hipótese como observa-se no episódio interativo 14.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 14

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Eu acho que... o que você deve fazer é só ficar dirigindo o levantamento de hipótese. Questionar algumas. Mas... é importante levantar hipótese e testar hipótese. Então você precisa induzir ao teste de hipótese. Então... quer dizer. A pessoa falou alguma coisa... então você fala... como é que você prova isso?
2	PQRF	Você prova isso. (PQRF repete as palavras de PQ com um olhar contemplativo enquanto PQ toma nota do que está sendo discutido). E se elas falarem alguma coisa que não tem base científica nenhuma.
3	PQ	Como é que você prova isso? Por que você pensa assim?
4	PQRF	E se ela der um apoio a garantia que ela sabe que está incorreto? Vamos supor eu pergunto pra ela. Por que você acha isso? Ela fala não... hipoteticamente um absurdo. Acho isso por que a Terra gira... o Sol gira ao redor da Terra. Eu posso perguntar por que o Sol gira ao redor da Terra? (Risos)
5	PQ	Lógico. Você não vai dar a... Ela vai falar... porque eu tenho essa evidência (PQ aponta para o teto e faz um movimento com a mão ilustrando as supostas "mudanças" de posicionamento do Sol ao longo do dia)... você pode falar tá mas... não tem o geocentrismo e o heliocentrismo? Você é o que?
6	PQRF	É!
7	PQ	Então quer dizer...
8	PQRF	Eu vou dando corda.
9	PQ	Sim... discussão, argumentação.
10	PQRF	Eu devo fomentar a discussão.
11	PQ	Porque eu penso que você levando a coisa pra esse lado chega uma hora que pessoa... ela não tem mais saída.
12	PQRF	Com certeza.
13	PQ	Ela vai ter de se posicionar de um... ela acaba se posicionando... ela acaba encontrando um contradição, às vezes, no próprio argumento.
14	PQRF	Encontra! (PQRF é bastante enfático ao concordar com PQ). Encontra porque eu encontrei no meu lá na vela.
15	PQ	Então. E você tinha... você sempre tem posições extremamente rígidas.
16	PQRF	Eu tenho posições rígidas, mas eu mudo de ideia rápido também, dependendo...
17	PQ	Sim você fala eu penso assim e tal. Né? E depois... quer dizer você acaba encontrando... um argumento. Agora, eu acho que também, PQRF, a controvérsia pode surgir no próprio grupo. Porque veja, elas vão fazer representações pictóricas lá no primeiro (PQ se refere ao primeiro encontro para formação em serviço) e textos.
18	PQRF	Eu tenho certeza que uma não vai concordar com o desenho da outra.
19	PQ	Você acha isso?
20	PQRF	Acho. E é da natureza humana...
21	PQ	Discorda?
22	PQRF	...discordar e tentar defender sua tese. São quatro professoras?
23	PQ	Sim.
24	PQRF	É da natureza humana querer estar certo.

Ao longo do episódio 14 surgiram outros procedimentos metodológicos, tais como: Falar e ouvir (fomentando a discussão) – turnos 1 a 10; Posicionar-se a favor ou contra e justificar com evidência (encorajando o surgimento de diferentes ideias) – turnos 5, 11 a 13 e 18; Contra-argumentar e debater (Explorando o surgimento de controvérsia) – turnos 13, 14, 20 e 21, 24.

No trabalho desenvolvido por Simon, Erduran e Osborne (2006) foi feita uma categorização das metas configuradas por contribuições orais de professores, durante aulas argumentativas, com a finalidade de facilitar a argumentação.

Desse trabalho emergem oito categorias:

- a) **Falar e ouvir:** organização de momentos de falar e ouvir dando vozes a todos.
- b) **Conhecer o significado de um argumento:** auxiliar os estudantes para que esses entendam o que determinado argumento significa.
- c) **Posicionamento:** encorajamento de ideias que levem a uma escolha que gera a tomada de um posicionamento bem definido.
- d) **Justificativa com evidência:** tentativas de melhorar o processo de justificativa com perguntas do tipo: Por que? Como você sabe isso?
- e) **Construção de argumento:** busca por engajar os estudantes no processo de argumentação por meio de textos escritos ou apresentações.
- f) **Avaliar argumentos:** levar os estudantes a emitir juízo de valor a respeito de determinado argumento tomado como exemplo.
- g) **Contra-argumentação/debate:** fomentar a apresentação de ideias contraditórias para favorecer a contra-argumentação e o debate.
- h) **Reflexão durante a argumentação:** encorajamento de estratégias que visem a mudança de posicionamento, re-examinando os próprios argumentos ou por influência dos argumentos produzidos por outros que sejam mais fortes (SIMON, ERDURAN e OSBORNE, 2006, tradução nossa).

Embora essas categorias sejam elencadas ainda de forma hierárquica provisória (SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006) verificamos que elas demandam diferentes operações epistêmicas por parte do professor e consequentemente estão relacionadas a um conhecimento mais aprofundado de estratégias instrucionais voltadas para fomentar a argumentação e a um PCKarg mais robusto.

Nos parece razoável pensar que da primeira para a oitava categoria, da forma como estão dispostas acima, há um aumento do grau de complexidade e do nível de compreensão a respeito do trabalho docente com argumentação em sala de aula. Consequentemente emergem disso as concepções de quais operações argumentativas podem e devem ser fomentadas e desenvolvidas com os estudantes.

É importante destacar que, durante as interações entre PQ e PQRf no episódio 14, metade das categorias encontradas por Simon, Erduran e Osborne (2006) foram identificadas. Destaca-se ainda que as discussões dos elementos dessas categorias, que ocorreram no episódio 14, serviram para PQRf tomar consciência de como favorecer tanto a refutação quanto a auto-refutação e dos encaminhamentos metodológicos para lidar com as afirmações sem base científicas que podem surgir na produção do argumento.

Essa tomada de consciência pode ser verificada nos turnos em que se discute como levar os estudantes a se posicionarem durante a argumentação e refletir sobre seus próprios argumentos. No turno 14 vemos o momento em que PQRf inicia a

tomada de consciência de que a argumentação pode levar um estudante a encontrar uma contradição em seu argumento, auto-refutar-se e mudar de opinião.

Dessa maneira, passa a tomar consciência de que a auto-refutação pode surgir de maneira espontânea, sem que o professor ou qualquer outro participante da argumentação refute o estudante em questão.

Basta que o professor saiba fazer as perguntas corretas, apresentar e implementar situações de modo que o estudante seja levado a: posicionar-se com base em evidências e justificativas, refletir durante o processo de argumentação e re-examinar os próprios argumentos.

Outro aspecto importante acerca da visão de PQRF a respeito da auto-refutação pode ser visto no episódio 15. PQ e PQRF estavam discutindo a respeito dos encaminhamentos metodológicos que deveriam ser empregados na realização da demonstração investigativa do aquecimento do ar encapsulado (experimento 2 descrito na tabela 4).

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 15

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	A gente vai aquecer o ar encapsulado e aqui a gente vai favorecer o teste de hipótese, tá, tá, tá. Aqui elas constroem de novo e aqui elas vem pra experimentar, discutir (PQ fala apontando para a tabela 4)
2	PQRF	E quando elas acharem que o ar sobe a gente manda fazer o experimento com o erlenmeyer invertido.
3	PQ	NÃO! (PQ é bastante enfático). Manda provar que elas estão erradas.
4	PQRF	Ah! Manda provar que elas estão.
5	PQ	Ai você percebe que é um jeito que dá (PQ se refere a auto-refutação).
6	PQRF	É! Dá!
7	PQ	Ai você fala. E se você quiser provar que você está errada. Então a gente não diz... aquece de ponta cabeça. Você não diz isso. Nunca diga isso.
8	PQRF	Provar que está errada.
9	PQ	Sempre diga... como é que você provaria que esse raciocínio está errado? Esse é um caso que não é igual da entropia que você me citou.
10	PQRF	Claro. Esse dá!
11	PQ	Ela vai inverter o balão e vai ver o balão encher pra baixo. Se é que ela vai inverter, né? Mas eu penso que num universo de quatro professoras é bem capaz que surja isso.

Vemos nesse episódio que mesmo PQRF tendo tomado consciência da importância e da viabilidade da auto-refutação, ainda no início do episódio 15 não vislumbrava como isso poderia ser favorecido no contexto da formação das professoras.

Isso pode ser identificado no início do episódio pois, conforme verifica-se no turno 2, PQRF não identificava que a concepção enganosa de que o ar encapsulado aquecido simplesmente sobe é uma oportunidade de fomentar a controvérsia, o posicionamento e a auto-refutação. Nesse turno sondou PQ a respeito da possibilidade de fornecer o procedimento experimental para provar que a ideia de ascensão do ar encapsulado aquecido é enganosa.

Cabe ressaltar aqui que embora PQRF, conforme se observa nos turnos 21, 23 e 27 do episódio 6, mostra indícios de iniciar um processo de ruptura com o modelo da racionalidade técnica (SCHNETZLER, 2003) relacionado a transmissão dos conteúdos específicos; essa ruptura não ocorreu, até esse momento, em relação ao fornecimento dos conteúdos procedimentais relacionados à realização dos experimentos pelas professoras.

Nesse contexto, verifica-se que em uma aula argumentativa o professor necessita romper com o modelo da racionalidade técnica sob dois pontos de vista. Em primeiro lugar sob o ponto de vista dos conteúdos conceituais e em segundo lugar dos conteúdos procedimentais.

Em qualquer um dos casos, um conhecimento mais aprofundado de estratégias instrucionais voltadas para argumentação e, conseqüentemente, a presença de um PCKarg mais robusto capacitam o professor a identificar numa situação, como a relatada no turno 2, o potencial para fomentar o levantamento e o teste de hipótese, de modo a favorecer operações epistêmicas tais como: levantamento de visão controversa, posicionamento e a auto-refutação.

PQ emprega essa situação para exemplificar como a auto-refutação pode ser fomentada e qual era a diferença entre essa situação-problema e a situação da entropia citada no episódio interativo 13. Dessa forma, a partir da argumentação de PQ observa-se que PQRF passa a tomar consciência, como nota-se no turno 10, de que no contexto da formação em serviço podem ocorrer situações em que seja possível levar as professoras à auto-refutação.

Com base nos episódios coletados a partir do encontro 2, notamos que o conhecimento de estratégias instrucionais de PQRF sofreu mudanças relacionadas na tabela 6. Novamente relacionamos as mudanças no conhecimento com os turnos em que houve uma comunicação oral relacionada à mudança e o fator desencadeador.

Tabela 6. Resumo das mudanças de visão de PQRF a respeito de estratégias instrucionais (MVEI) argumentativas no encontro 2.

<i>MVEI</i>	<i>Episódio</i>	<i>Turnos</i>	<i>Fator desencadeador</i>
<i>Entende que favorecer um ambiente em que a refutação surja naturalmente é melhor que forçar as professoras a se refutarem.</i>	11	6, 7, 9 14, 15, 17, 21 e 22	<i>Retomada das estratégias instrucionais empregadas por PQ no experimento da vela. Discussão da importância da espontaneidade da refutação e de seu caráter natural.</i>
<i>Migra da ideia que é impossível se auto-refutar para a ideia de que pessoas que não possuem conhecimento especializado são mais livres para se auto-refutar.</i>	13	1, 2, 3, 9, 10, 11, 14 a 21	<i>Discussão da diferença entre o especialista e o não especialista quanto a resistência à mudança de ponto de vista em relação a um dado conceito.</i>
	15	1 a 6	<i>Discussão acerca dos modos de empregar uma interpretação errada de um resultado experimental para fomentar a tomada de consciência da complexidade de processo e favorecer a auto-refutação.</i>

Muda de desconhecer maneiras de como lidar com as afirmações enganosas para conhecer estratégias de como lidar com essas afirmações e fomentar a identificação de contradições e o posicionamento.	14	Ao longo de todo o episódio .	Reflexões a respeito de como tratar as afirmações enganosas e que tipo de contribuições orais (perguntas e contra-afirmações) empregar ao dirigir a intervenção argumentativa. Discussão acerca de como fomentar a discussão de modo a levar os participantes a encontrarem contradições em seus argumentos e se posicionarem.
--	----	-------------------------------	--

A partir dos dados do encontro 2 verificamos que durante a exposição ao laboratório investigativo da vela PQRF desenvolveu a concepção de que a refutação é algo tão importante de deveria ser obrigatória durante a construção do argumento. Com isso, admitia que os participantes da argumentação deveriam ser obrigatoriamente levados a refutar.

Verificamos a partir disso que, do mesmo modo que surgem concepções alternativas a partir de uma aula em que apresentam-se conteúdos do conhecimento específico da matéria, ao participar de uma aula de um laboratório investigativo surgem concepções alternativas de como fomentar a argumentação.

Desse modo, no encontro 2 houve a necessidade de discutir estratégias instrucionais em que a obrigatoriedade de refutação é trocada por contribuições orais pelas quais os participantes são levados a (re)pensar maneiras de encontrar contradições em seus argumentos. Com base nessas discussões PQRF passa a tomar consciência de que criar uma situação em que a refutação surja naturalmente é uma estratégia mais adequada do que forçar a refutação.

Ao observarmos o episódio 12 verificamos mais uma concepção enganosa a respeito do processo de argumentação surgida na experiência prévia de PQRF com argumentação. Durante todo o episódio procurou afirmar que sua dificuldade de provar que sua concepção estava errada tornava impossível a auto-refutação.

Sendo assim, a partir dessa experiência prévia, criou-se a concepção alternativa de que os participantes da argumentação não são capazes de encontrar erros em suas concepções. Portanto, uma boa estratégia seria forçar a refutação.

Assim, identificamos as concepções que levaram-no a produzir a afirmação do turno 14 do episódio 11. Além disso, identificamos que a *genesis* dessas concepções estava em sua experiência prévia com argumentação conforme verifica-se no episódio 12.

Nos episódios 13 e 15 verificamos os fatores que fizeram-no perceber que a auto-refutação pode ser viável durante o processo. Para isso, teve de perceber a diferença entre a barreira epistemológica presente no raciocínio de um especialista e de um não especialista e que as interpretações erradas de resultados experimentais podem ser empregadas para que os participantes tomem consciência da complexidade do processo e para favorecer a auto-refutação.

De modo geral no encontro dois verificamos que PQRF apresentava algumas concepções alternativas acerca dos propósitos para ensinar um conteúdo específico por meio da argumentação, surgidas durante a primeira interação com argumentação científica. Isso gerou, na interação com PQ, discussões que fizeram PQRF refletir acerca de suas concepções e expandir seu conhecimento de estratégias instrucionais.

4.2.4 O conhecimento das estratégias instrucionais no encontro 3

No encontro 3 verifica-se que PQRF apresentou evidências de ter incorporado em seu repertório de estratégias instrucionais os elementos discutidos nos encontros 1 e 2. No episódio interativo 16 estão transcritos os turnos que ocorreram durante a análise da aula de P4 a respeito de ciclo da água. Nota-se que identificava a partir de uma das falas de P4 uma oportunidade de fazer uma contribuição verbal que fizesse essa professora repensar suas concepções acerca da força motriz causadora da evaporação.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 16

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	E ela vai fazer uma correção no desenho... e ela vai fazer ao material didático... que falta o Sol... e ela perde um pouquinho essa coisa de falar bom... mas eu não tenho de ter a incidência direta do Sol.
2	PQRF	E você perdeu a oportunidade de perguntar pra ela se noite não evapora.
3	PQ	Mas eu não podia fazer isso.
4	PQRF	Você não podia fazer isso.
5	PQ	Não. Senão a gente queima a formação. Você tem de fazer isso. Não eu! Esse é o seu papel.
6	PQRF	A noite então não evapora.
7	PQ	Pois é. Então não tem... então é esse tipo de... então você fala assim... e a
8	PQRF	Inaudível.
9	PQ	Não mas você não tem de perguntar isso aí. Você tem de perguntar: A noite uma roupa seca? Se você deixar uma roupa passar a noite inteira pendurada no varal no outro dia qual é a possibilidade de você encontrá-la com a mesma quantidade de água, com uma quantidade maior ou menor? O que vai acontecer? Então é esse tipo de questionamento que eu fazia lá na prática do ensino...
10	PQRF	Sim.
11	PQ	...que você deve fazer.
12	PQRF	Entendi.
13	PQ	Tem que ser um questionamento amigável que...
14	PQRF	Que vai gerar.
15	PQ	...o mesmo tempo de pra ela éééé... uma inquiet... gere nela uma inquietação.
16	PQRF	Ou uma dúvida.
17	PQ	Pra ela poder começar a pensar e se voltar... e rediscutir.

No turno 2 PQRF mostra ter incorporado em seu repertório de estratégias instrucionais os elementos presentes nos turnos 2 a 14 do episódio interativo 14. Vemos evidências de que pretende fazer com que as professoras entendam o que o argumento significa. Cabe ressaltar que essa é mais uma categoria encontrada no trabalho de Simon, Erduran e Osborne (2006).

Assim apresenta um conhecimento de estratégias instrucionais que lhe favorece identificar oportunidades de, a partir das concepções alternativas das professoras, gerar oportunidades para que essas encontrem erros em suas concepções.

Outra evidência de que aprofundou seu conhecimento de estratégias instrucionais pode ser verificado no episódio 17. Esse episódio foi identificado nos registros feitos no momento em que PQ e PQRf analisam como P4 lidava com as respostas durante sua aula de ciclo da água.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 17

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P4	Os livros passam muitas informações pra nós. Mas a gente como investigador, como observador pode descobrir outras coisas. Coloque... Vocês colocariam o Sol aqui? (Fala presente no vídeo que PQ e PQRf assistiam em que P4 aponta para uma imagem do ciclo da água presente em sua apostila).
2	Es	Sim. (A maioria dos estudantes responde a P4 em coro)
3	E'	Eu não.
4	PQ	Olha! O garoto disse assim... Eu não. (PQ pausa o vídeo para falar com PQRf) Olha só o garoto disse eu não e a fala dele foi simplesmente desprezada.
5	PQRf	(Risos)
6	PQ	Vamos ouvir (PQ volta na cena do vídeo o vídeo se inicia. PQRf pausa vídeo pra falar).
7	PQRf	E ela perdeu uma excelente oportunidade de argumentação.
8	PQ	Exato. Mas...
9	PQRf	Olha gente esse aluno acha isso. Alguém ouviu? (PQRf exemplifica como deveria ser a contribuição oral de P4).
10	PQ	Mas você sabe por que ela faz assim? Porque ela não está acostumada a fazer isso.
11	PQRf	É o modelo dela.
12	PQ	Você percebe que o modelo é esse, e a gente vai apresentar um outro modelo pra ela?
13	PQRf	De argumentação.
14	PQ	E aí a hora que... que nesse modelo o contexto que ela vai trazer pra aula é outro e a maneira que vai interagir e dar voz pras pessoas é outra.
15	PQRf	Com certeza. Isso pra elas vai ser fundamental.
16	PQ	Eu acho.
PQRf novamente dá <i>play</i> no vídeo e assiste novamente ao episódio mostrado nos turnos 1, 2 e 3. Após alguns instantes PQ para novamente o vídeo.		
17	PQ	Você consegue ouvir?
18	PQRf	Eu consigo. Eu não (PQRf parafraseia o estudante).
19	PQ	Eu não (PQ parafraseia o estudante).
20	PQRf	E seria maravilhoso saber o porquê.
21	PQ	É ele colocou um Eu não... agora por que não?
22	PQRf	E seria maravilhoso escutar ele
23	PQ	Sim. E de repente esse garoto fala não... mas tem dia que tá sem Sol e a roupa seca. E ele viveu isso. Talvez a mãe dele falou: PÔ VOCÊ SUJOU A ROUPA MOLEQUE E NÃO TEM SOL.
24	PQRf	Claro! Ele não é uma tábua rasa.
25	PQ	Claro. E aí a mãe dele pendurou a roupa lá e mesmo sem Sol...
26	PQRf	Claro.
27	PQ	... no outro dia ele pode por a roupa pra ir à escola... de repente tô aqui elocubrando mas poderia ser uma hipótese. Ele poderia trazer essa hipótese e enriquecer a aula de um modo assim... fenomenal e a voz dele simplesmente se calou. Ficou um... Eu não.
28	PQRf	(Risos)
29	PQ	E eu tô aqui sem saber por que ele disse eu não.
30	PQRf	Seria muito bom saber dele porque (risos).
31	PQ	Exato.

Nos turnos 1, 2 e 3 verificamos a transcrição de um momento na aula de P4 em que essa professora procura levar os estudantes a representar, por meio de um desenho, o fenômeno do ciclo da água.

Vemos no turno 1 que P4 procurava assumir uma postura investigativa com seus estudantes e buscava praticar um ensino por descoberta. Ainda no turno 1 verificamos que essa professora intentava migrar de uma postura de transmissora de conhecimento para construtora de conhecimento com seus estudantes.

Apesar dessa intenção verifica-se também que há uma intencionalidade por traz do discurso de P4 em mostrar para seus estudantes que a evaporação no ciclo da água somente ocorre caso os corpos d'água estejam expostos ao Sol.

Assim, a partir disso faz uma seleção dos discursos que estão alinhados com sua intencionalidade. Nesse contexto, não há possibilidade de explorar visões antagônicas e favorecer a argumentação.

Por outro lado, PQRF identificou nessa situação uma oportunidade de explorar as falas desses estudantes e gerar controvérsia fomentando a argumentação. No turno 9 exemplifica como poderia ser um princípio de abordagem dos estudantes considerando a fala de E'.

Vemos também (nos turnos 11, 13 e 15) que identificava que P4 segue um modelo de aula desalinhado com os modelos de práticas argumentativas e que conhecê-los pode contribuir com a prática docente das professoras.

Nota-se nesse episódio que as discussões nos encontros prévios fizeram PQRF desenvolver uma visão mais precisa acerca das estratégias argumentativas. No episódio interativo 18 observa-se mais evidências do desenvolvimento do conhecimento de estratégias instrucionais.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 18

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Mas sabe PQ. Eu acho que ela, não sei é a minha visão. Se ela tivesse essa ideia já mais clara na cabeça. No que todo mundo falasse que colocaria o Sol, ela ia tentar falar... o gente pensa na possibilidade de não colocar o Sol no desenho.
2	PQ	Sim, exatamente. Criar ééé... eu coloco aqui (PQ aponta para os apontamentos do planejamento da formação em serviço) Criar a controvérsia.
3	PQRF	Porque se ela tivesse com a controvérsia na cabeça ela ia tá muito mais preparada pra ouvir um não coloco do que eu coloco.
4	PQ	Lógico. Então nesse contexto o eu não coloco... e talvez a gente pode levar esse vídeo pra elas ééé elas assistirem...
5	PQRF	Claro.
6	PQ	A gente fala pra P4. P4 se você permite a gente traz o vídeo.
7	PQRF	Claro.
8	PQ	Seria uma experiência muito interessante ver elas a <i>stimulated recall</i> que você para, como a gente está fazendo aqui, que você para o vídeo e comenta . E ver isso. Se alguém identifica isso. Não sei.
9	PQRF	Quando você tava dando a aula lá na prática do ensino eu percebia que às vezes você fazia isso. Você fazia um questionamento que você sabia que 99% da sala ia falar uma coisa. Só que você queria que pelo menos uma pessoa falasse o contrário. E você ficava atento a quem ia falar. Opa!

		Pera aí. Como é que foi que você disse? (PQRF gesticula como PQ fazia durante as referidas aulas).
10	PQ	É.
11	PQRF	Então você já tava esperando uma...
12	PQ	Por que eu queria gerar controvérsia pra gerar argumentação.
13	PQRF	Claro.
14	PQ	Ou seja a argumentação ela se constrói na controvérsia. Você disse dos diálogos lá. Da briga... da maior briga científica lá entre o Einstein e o Böhr
15	PQRF	Niels Böhr.
16	PQ	Ou seja. Como ela se criou? Ela se criou na controvérsia.
17	PQRF	Exato.
18	PQ	Porque um cara não concordava com o outro. E portanto tinha visão controversa. Portanto, é isso PQRF que você precisa favorecer nesse grupo de 4 professoras. Que surja a controvérsia
19	PQRF	Controvérsia.

O episódio 18 surgiu após PQ argumentar que possivelmente P4 não tenha ouvido a afirmação de E'. Contudo, na visão de PQRF mesmo que P4 tivesse ouvido essa afirmação seu desconhecimento a respeito das possibilidades geradas em aulas argumentativas e a falta de conhecimento de que possa haver uma visão controversa no fenômeno de evaporação inviabilizava essa professora identificar, na fala de seus estudantes, oportunidades para gerar a argumentação em suas aulas.

No turno 9 novamente verifica-se que o comportamento de PQ em suas aulas influenciou no modo como PQRF analisava a aula de P4 e concebia sua prática docente, pois, nesse turno, afirmou que durante as aulas de PQ sua intencionalidade em identificar a visão controversa era percebida.

Com base nas discussões estabelecidas no episódio interativo 18, nota-se que PQRF identificou que P4 necessitava ter conhecimentos das cinco áreas mostradas na figura 23.

Figura 23. Relação entre os conhecimentos envolvidos no favorecimento da argumentação.

Analisando a figura 23, verificamos uma proposta de interligação dos conhecimentos mínimos que devem ser dominados por um professor que deseja desenvolver aulas argumentativas. O triângulo presente nessa figura expressa que esses conhecimentos devem ser integrados durante o planejamento, implementação e avaliação de uma aula argumentativa.

Contudo, há um quarto conhecimento – ligado ao PCKarg e que será discutido no item 4.2.7 – por meio do qual compreende-se o porquê de o professor optar por trabalhar com a argumentação científica.

Embora no modelo mostrado na figura 23 tenhamos os conhecimentos necessários para a implementação de argumentação em sala de aula afirmamos que esses conhecimentos ainda não são suficientes para que um professor queira incorporar essa prática em suas aulas.

Mesmo assim com a figura 23 é possível compreender por que, na aula de P4, uma afirmação como aquela feita por E', no episódio interativo 17, na qual esse estudante disse que não colocaria o Sol no desenho do ciclo da água, foi desconsiderada.

Para que P4 identifique na fala de E' uma oportunidade de exploração conceitual, deveria ter conhecimento da compreensão dos estudantes. Isso significa ter conhecimento das concepções alternativas e prévias dos estudantes. Desse modo, P4 necessita ter conhecimento do conteúdo específico a respeito do conteúdo evaporação. Com isso, seria capaz de identificar quais concepções dos estudantes podem ser aceitas e quais estão desalinhadas com as concepções científicas.

O conhecimento do conteúdo específico também influencia o conhecimento de estratégias instrucionais, pois por meio daquele é possível identificar e selecionar as melhores estratégias instrucionais e fazer adaptações nessas, visando a construção de um conceito alvo.

Além disso, como P4 desconhecia modelos de práticas argumentativas não possuía referências que a auxiliassem a romper com as práticas pedagógicas tradicionais, relacionadas à transmissão de conhecimento, em favor de uma prática docente voltada para a argumentação.

Ao final do encontro 3, verifica-se que PQRF possuía um conhecimento mais robusto das estratégias instrucionais de argumentação e era capaz de identificar na prática docente de P4 algumas lacunas desse conhecimento. Desse modo, ao longo da interação com PQ durante os três encontros, houve um desenvolvimento do PCKarg de PQRF, devido ao desenvolvimento do conhecimento de estratégias instrucionais.

Foram analisados também os registros em vídeo dos encontros 1, 2 e 3 com a finalidade de determinar o que ocorreu com o conhecimento que PQRF tinha em relação à compreensão dos estudantes ao longo desses encontros. A seguir esses dados serão apresentados e discutidos e será apresentada também a relação entre esses dados e o conhecimento do conteúdo específico.

Ao analisar os registros em vídeo do encontro 1, não foram identificados episódios interativos em que PQ e PQRF tenham discutido aspectos relacionados ao conhecimento da compreensão dos estudantes. Conforme mostrado anteriormente no encontro 1, PQ apresentou a proposta de formação em serviço e a partir disso surgiram episódios em que basicamente discutiram-se estratégias instrucionais e as concepções dos propósitos para ensinar um conteúdo específico.

Sendo assim, a seguir, será analisado o conhecimento da compreensão dos estudantes apenas nos encontros 2 e 3.

4.2.5 O conhecimento da compreensão dos estudantes no encontro 2

Da análise do conhecimento da compreensão dos estudantes (CCE) foi possível detectar uma relação próxima desse conhecimento com conhecimento específico (CE). Isso ocorre porque ter conhecimento da compreensão dos estudantes pressupõe conhecer as concepções alternativas que esses apresentam em determinado conteúdo; conhecer o que sabem daquele conteúdo e identificar o que irão encontrar de dificuldades para compreender.

A respeito da relação entre CCE e CE surge um fato importante ainda no episódio 10. Embora esse episódio tenha sido relacionado ao conhecimento de estratégias instrucionais ele também mostra uma relação muito importante entre o conhecimento específico e o conhecimento da compreensão dos estudantes.

Na figura 24, vemos as relações entre os elementos presentes na problematização investigativa e os conhecimentos básicos envolvidos no favorecimento da argumentação.

Com essa figura intenciona-se mostrar por meio de quais elementos a problematização investigativa e os conhecimentos básicos para o favorecimento da argumentação se interligam.

Na figura 24, à esquerda temos elementos relacionadas às estratégias instrucionais envolvidos numa determinada situação-problema e à direita encontramos os conhecimentos necessários para fazer com que uma situação-problema seja implementada com sucesso.

Nessa figura vemos que há pelo menos dois pontos de contato importantes e que mostram pontos-chave relacionados ao conhecimento da compreensão dos estudantes.

Figura 24. Relação entre os conhecimentos envolvidos no favorecimento da argumentação e os elementos presentes na problematização investigativa.

O conhecimento da compreensão dos estudantes tem uma forte relação com o conhecimento do conteúdo. Isso ocorre porque sem o conhecimento do conteúdo não é possível julgar as concepções dos estudantes e verificar se essas são concepções científicas ou são concepções alternativas/prévias. Desse modo, o conhecimento do conteúdo é um fator importante, pois a controvérsia pode surgir a partir da comparação entre as concepções alternativas e prévias com as concepções científicas. Desses fatos emergem dois aspectos que impactam a prática docente em argumentação científica.

Em primeiro lugar, para identificar as concepções alternativas dos estudantes o professor necessita ter um conhecimento específico alinhado com o conhecimento científico vigente. Isso significa que o professor não deve possuir concepções alternativas naquele conteúdo, sobretudo as concepções de seus estudantes.

Portanto, caso o professor compartilhe as concepções alternativas de seus estudantes, não será capaz de identificar nessas os desacordos com o conhecimento científico, os danos que essas podem causar na compreensão do conteúdo e pensar estratégias para lidar com essas.

Em segundo lugar, ter lacunas no conhecimento específico favorece que os professores tenham uma visão distorcida a respeito das dificuldades dos estudantes, uma vez que suas próprias dificuldades serão vistas como as dos estudantes.

De qualquer modo, professores de possuem dificuldades nesses aspectos apresentam entraves para construir um PCKarg adequado para identificar e lidar com as dificuldades dos estudantes e fomentar a argumentação científica em sala de aula.

No episódio interativo 19, verificamos o início das discussões em que PQRF e PQ procuravam elencar as concepções das professoras a respeito do tópico evaporação.

O episódio 19 inicia-se com PQRF procurando imaginar como as professoras irão se comportar a partir do resultado experimental da demonstração investigativa do encontro 2 para a formação em serviço descrito na tabela 4.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 19

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Vamos imaginar o que vai acontecer. Elas vão realizar o experimento... a pergunta vai ser: Por que? ... a situação-problema é... Por que um secou mais rápido do que o outro?
2	PQ	Exato.
3	PQRF	Essa é a situação-problema. Vamos imaginar o que elas, elas. Elas têm na cabeça o conceito... elas sabem o que é uma substância volátil?
4	PQ	Sim. Talvez não usem o termo volátil. Mas elas sabem que uma coisa evapora mais rápido do que a outra.
5	PQRF	Ah! Sim... mas é. De repente elas não usam o termo volátil mas elas sabem que uma coisa evapora mais rápido do que a outra.
6	PQ	Exatamente.
7	PQRF	Deixa eu pensar. Eu tô tentando pensar como seu eu fosse um aluno de pedagogia. Por que evapora mais rápido?
8	PQ	Sabe o que eu acho que pode ser uma hipótese delas? Ééééé o movimento do ar.
9	PQRF	Atrito do ar.
10	PQ	É. O vento. Alguma coisa do tipo.
11	PQRF	O vento (PQRF balança a cabeça afirmativamente). Elas vão se pegar no vento.
12	PQ	Eu também acho.
13	PQRF	Ainda que dentro da sala... (PQRF quer dizer que dentro da sala não tem vento).
14	PQ	Sim mas elas podem pensar que tem uma corrente de ar. Que tenha alguma coisa. Eu penso que é uma hipótese que elas podem levantar.
15	PQRF	De que o vento atritou com as moléculas.
16	PQ	É... de que o vento arrasta de alguma forma.
17	PQRF	Ele arrasta.
18	PQ	E eu acho que uma outra hipótese que elas podem criar também é que o Sol faz evaporar mais rápido.
19	PQRF	O Sol? Mas é o mesmo Sol pra todas.
20	PQ	Sim mas elas podem pensar que ao colocar ao Sol vai evaporar mais rápido. Eu acho que são esses as concepções delas.

Nessa demonstração investigativa três porções de algodão, equivalentes em massa, embebidas respectivamente em água, etanol 92% e acetona P.A. seriam passadas em três folhas de sulfite. Feito isso, o tempo de secagem seria cronometrado pelas professoras e seriam obtidas diferentes velocidades de evaporação para as substâncias em questão.

Assim, com base no conhecimento desses resultados experimentais, vemos PQRF, no turnos 1 a 7, tentando imaginar quais deveriam ser as concepções das professoras com a finalidade de identificar quais seriam as dificuldades dessas ao enfrentar aquela situação-problema.

Nota-se que esse professor trazia de seu conhecimento específico um conceito básico (substância volátil) que as professoras deveriam dominar para responder adequadamente à situação-problema. PQRF não levantou hipóteses acerca das concepções, das professoras, o que sugere um desconhecimento dessas concepções dada sua falta de contato com esses dados.

Por outro lado, PQ levantou as hipóteses que julgava relacionáveis às concepções das professoras. Vemos que na opinião de PQ, nas concepções das professoras, devem estar presentes o arraste pelo vento e a influência do Sol.

A respeito da influência do Sol PQRF prontamente identificava que o Sol representa a mesma fonte de energia para todas as substâncias que esse não deveria ser, na opinião das professoras, o fator responsável pela diferença nas velocidades de evaporação.

Contudo, apesar de, no turno 19 do episódio 19, mostrar indícios de ter um conhecimento específico robusto acerca da influência do Sol na evaporação, no episódio 20 verificou-se que esse conhecimento apresentava uma concepção alternativa que o impedia de conhecer a compreensão das professoras e suas dificuldades de compreensão do fenômeno. PQRF baseava as dificuldades das professoras na ideia de absorção diferenciada de energia para que o fenômeno ocorra.

Verifica-se, a partir disso, que PQ e PQRF possuíam ideias divergentes a respeito das concepções e dificuldades das professoras porque possuíam conhecimentos específicos diferentes acerca do fenômeno de evaporação e pela maior experiência de PQ em identificar e lidar com essas concepções.

Nas palavras de PQRF as professoras iriam explicar o fenômeno dizendo que as diferentes velocidades de evaporação são o resultado da uma absorção diferenciada de calor que cada substância possui. Nesse contexto, a substância que evapora mais rápido absorve mais calor e assim sucessivamente conforme se observa no episódio 20.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 20

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Eu acredito que elas vão pensar que uma substância evaporou mais rápido do que a outra porque uma ... porque aquelas substâncias, elas esquentam, elas têm uma facilidade de esquentar mais rapidamente.
2	PQ	Esquentar?
3	PQRF	Esquentar. Eu acho que elas vão usar exatamente esse termo.
4	PQ	Por que?
5	PQRF	Porque elas... assim eu acho que vai ser muito difícil elas falarem as substâncias absorvem energia. Uma absorve mais energia do que a outra. Eu que... Eu... na minha opinião elas vão imaginar que as substâncias esquentam. Porque elas...
6	PQ	Mas espera. Você acredita que elas absorvem mais energia umas que as outras?
7	PQRF	Eu?
8	PQ	É.
9	PQRF	Eu acredito que as substâncias absorvem mais energia umas que as outras? Eu acredito que as substâncias absorvem mais energia umas que as outras.
10	PQ	Mas por que?
11	PQRF	Porque assim. Eu tava lendo hoje que quando a molécula da água sai da... quando ela consegue vencer a tensão superficial a substância em si ela perde calor. Porque as moléculas que estão com mais energia... quanto mais energia mais elas se desprendem...
12	PQ	Hum.
13	PQRF	...e vão pra fase, é, gasosa...
14	PQ	Hum.
15	PQRF	Portanto, as moléculas que ficaram ali elas ficam com menos energia que as... (PQRF faz um sinal com a mão procurando representar a perda de energia) a substância em si perde energia.
16	PQ	E isso faz sentido.
17	PQRF	Isso faz sentido. Agora se elas absorvem mais energia umas do que as outras. A água e a propanona. Ela absorve mais energia?
18	PQ	Pois é. Essa é uma boa pergunta.
19	PQRF	Não... não.
20	PQ	Pois é. Não. Então.
21	PQRF	Eu não acho.
22	PQ	Então, por que elas vão levantar essa hipótese? O que diferencia os compostos pra acetona evaporar mais rápido do que a água?
23	PQRF	A força de interação intermolecular.
24	PQ	Pois é.
25	PQRF	E a tensão superficial também.
26	PQ/ PQRF	Então, mas uma coisa tá ligada com a outra (PQ e PQRF falam quase simultaneamente a parte destacada em negrito).
27	PQRF	Claro não tenha dúvida. Mas é a força de atração intermolecular.
28	PQ	Pois é.
29	PQRF	A água evapora... é mais difícil de evaporar porque a força de atração intermolecular é muito maior do que no caso da propanona.
30	PQ	Pois é. Então é por aí. Agora como é que essa discussão vai se desenrolar né? Porque veja aqui a gente vai nos encon...(PQRF interrompe PQ)
31	PQRF	A energia... eu tava louco. A energia na verdade é a mesma. É que a mesma energia ela quebra mais facilmente a ligação em uma molécula do que na outra.
32	PQ	Exatamente.
33	PQRF	Eu tava louco (Risos).

Nos turnos 1, 3 e 5, verifica-se que PQRF apresentou concepções alternativas a respeito das causas das diferenças nas taxas de volatilidade dos materiais como citado anteriormente. Nos turnos 2, 4 e 6, verifica-se que PQ já identificava indícios da presença de concepções alternativas e procurava conhecer melhor as concepções de PQRF.

No turno 9 PQRF explicita a concepção alternativa de que as substâncias absorvem mais energia umas que as outras. Sendo assim, no turno 10, PQ inicia um procedimento para levar PQRF a tomada de consciência dessa concepção por meio

da pergunta: *Mas, por quê?* Cabe ressaltar que com essa pergunta procurou-se favorecer que justificasse seu raciocínio com evidências (SIMON; ERDURAN; OSBORNE., 2006).

Sendo assim, intentou-se que encontrasse uma contradição em suas afirmações e que avaliasse as dificuldades das professoras de um modo mais adequado e a partir de bases mais sólidas, que, portanto estariam fora da concepção alternativa mostrada no início da episódio 20.

Observa-se, no turno 9, que PQRF apresentava uma concepção de evaporação alinhada com a teoria do calórico em que o calor pode ser absorvido ou cedido seletivamente como se fosse uma substância (MORTIMER e AMARAL, 1998) para que o processo ocorra. Além disso, é feita uma readaptação à teoria do calórico criando a ideia de que a absorção de calor é seletiva.

Mesmo assim, as concepções presentes na fala de PQRF, nos turnos 11, 13 e 15, baseadas numa leitura feita no dia do encontro 2 (conforme mencionado no turno 11) estão alinhadas com o ponto de vista científico e trazem os conceitos necessários para interpretar e explicar o fenômeno das diferentes velocidades de evaporação.

Nota-se que após os turnos 11 a 16, subitamente, a partir do turno 17 PQRF mostrar ter ocorrido um processo de reflexão acerca da absorção de energia que como se observa nos turnos 19 e 21 culmina com o aparente abandono da concepção inicial da absorção seletiva de energia.

Ressalta-se que o papel de PQ foi o de apenas levar PQRF a responder o porquê da *concepção* acerca da absorção seletiva de energia e questionar se realmente havia a possibilidade das professoras pensarem dessa forma.

Além disso, no turno 22 há um refinamento do questionamento conceitual quando PQ pede para PQRF explicar o porquê de a acetona evaporar mais rápido do que a água. Assim, esse professor foi forçado a buscar em seu conhecimento específico a regra que pode ser empregada para determinar o certo e o errado no domínio conceitual relacionado à evaporação.

Desse modo, ao explicitar que o fator determinante das diferenças na velocidade de evaporação é a força de interação intermolecular (turno 23) e citar no turno 25 a tensão superficial, mostra ao menos dois importantes aspectos de seu conhecimento específico.

Em primeiro lugar até aquele momento havia a coexistência de pelo menos duas ideias a respeito das diferentes velocidades de evaporação. A ideia da absorção seletiva de energia (turnos 1 a 9) e a ideia de ruptura das forças intermoleculares e tensão superficial (turnos 11 a 25).

Verificou-se que nessa convivência de ideias, inicialmente, a absorção seletiva de energia se sobrepunha à ideia de ruptura das forças intermoleculares gerando uma espécie de perfil conceitual (MORTIMER e AMARAL, 2001).

Esses pesquisadores sugerem que as pessoas podem ter ideias diferentes e modos diferentes de interpretar a realidade no seu entorno e que a construção de novas ideias pode ocorrer mesmo com a coexistência de ideias prévias diferentes das novas ideias.

Em segundo lugar, identificou-se que embora PQRF tinha um conhecimento específico e que possuía em sua estrutura os conhecimentos básicos para explicar o fenômeno, havia um problema na estrutura desse conhecimento.

No turno 25, citou que juntamente com a força intermolecular a tensão superficial causava influência na velocidade de evaporação ao afirmar: “*e a tensão superficial também.*” Portanto, nesse contexto, os dois fatores somados geram as diferenças de velocidade de evaporação.

Sendo assim, PQRF, apresentava uma imprecisão no conhecimento de como esses conceitos básicos são organizados para incorporar as diferenças de velocidade de evaporação. Não havia nessa concepção o conhecimento da relação entre causa e efeito que se estabelece entre forças de atração intermolecular e tensão superficial. Isso significa que desconhecia que as forças de atração são a causa e a tensão superficial o efeito.

Contudo, nota-se que a partir da intervenção de PQ no turno 26, esse professor refinou suas concepções nos turnos 27 a 31, passou a considerar a influência das forças de atração e a mostrar uma conceituação da relação entre a energia do ambiente e a evaporação mais alinhada com a visão científica.

Desse episódio é possível inferir que PQRF ainda não tinha conhecimento da compreensão das professoras a respeito do conceito de evaporação. Além disso, empregava suas próprias dúvidas para levantar hipóteses a respeito de quais seriam as dúvidas das professoras.

Com esses dados é reforçada a ideia de que o conhecimento específico possui uma relação estreita com o conhecimento da compreensão dos estudantes e que, portanto, a presença de concepções alternativas no conhecimento específico do professor enfraquece o PCKarg.

A falta de conhecimento de PQRF a respeito do conhecimento das professoras fica evidente a partir dos dados do episódio 21. Nesse episódio inicia-se com esse professor questionando PQ acerca da possibilidade de discutir com as professoras porque as forças intermoleculares são diferentes.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 21

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	O que você acha da gente abordar... tentar abordar por que que as forças intermoleculares são diferentes? Você acha que é pior...
2	PQ	Sim mas... na verdade elas não fazem ideia, eu acho, que existem forças intermoleculares quanto mais que são diferentes.
3	PQRF	Elas têm ideia do tamanho dos átomos das determinadas substâncias.
4	PQ	Então, isso PQRF é uma coisa que a gente não sabe. Por que a gente não sabe? Porque a gente não conhece as concepções prévias delas ainda. A gente tá aqui supondo as concepções prévias. Então o que acontece? Eu acho que um pouquinho dessa intervenção que a gente vai fazer, ela vai ter de se construir ao longo da caminhada.
5	PQRF	Com certeza.
6	PQ	Por que? O que acontece? A gente não sabe que tipo de respostas elas vão dar a esses estímulos (PQ apontam para as anotações do planejamento da formação em serviço). Então o nosso... a gente tá fazendo aqui um planejamento que, como todo planejamento, é absolutamente flexível.
7	PQRF	Flexível.
8	PQ	Ou seja. Nós vamos ter de tomar ééééé... caminhos e fazer correções, entendeu, adaptações ao longo dessa caminhada.
9	PQRF	Nós vamos saber realmente na hora.

Dessa maneira, PQRF mostrou desconhecer a compreensão que as professoras possuíam a respeito dos conceitos discutidos, uma vez que desconhece que o conceito de interação intermolecular e sua influência no processo de evaporação estão fora do domínio conceitual que professoras polivalentes podiam possuir.

Nesse sentido, observa-se o desconhecimento do contexto das professoras pois não tinha o conhecimento das características, necessidades e concepções, o que inviabilizava o conhecimento da compreensão que essas faziam do fenômeno da evaporação.

Nos turnos 4 e 8, observa-se que PQ assinalou que uma maneira de conhecer as concepções das professoras é observá-las durante a caminhada. Dessa forma, não haveria muito que fazer para desvendar essas concepções.

Contudo, novamente no episódio 10, verificamos que tanto PQ quanto PQRF tomaram consciência de que deveriam conhecer, profundamente, as concepções alternativas a respeito de evaporação, com a finalidade de gerar controvérsia e refinar a situação-problema.

Cabe ressaltar que, cronologicamente, o episódio 10 ocorreu depois do episódio 21. A escolha de mostrar primeiro como o conhecimento de estratégias instrucionais de PQRF evoluiu e, em segundo lugar, mostrar os dados relacionados ao conhecimento da compreensão das professoras, gerou essa distorção na cronologia da apresentação dos dados.

De qualquer modo, as discussões estabelecidas no encontro 10 fizeram PQ buscar artigos para verificar o que a literatura versava acerca das concepções alternativas de professores e estudantes nessa área.

Após, PQ, juntamente com PQRf, procurarem entre artigos que envolviam concepções alternativas e evaporação identificou-se o artigo publicado por Canpolat (2006) em que foram encontradas 7 diferentes concepções a respeito de evaporação. No episódio 22 vemos as discussões que se estabeleceram durante a leitura e análise da sessão de resultados e discussões desse trabalho.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 22

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	(Tradução do início da sessão em que se apresenta os resultados no artigo) Os resultados do estudo refletiram uma visão geral que os estudantes têm e a fraqueza conceitual da evaporação...
2	PQRf	E da pressão de vapor
3	PQ	...e da pressão de vapor que tem a base das concepções alternativas. Sete diferentes concepções alternativas foram identificadas, olha a... Primeiro... pressão de vapor é a pressão exercida na superfície do líquido... por partículas de vapor... na fase de vapor num <i>container</i> .
4	PQRf	Mais próximas num <i>container</i> , né?
5	PQ	É. Num <i>container</i> fechado. (PQ interpreta o texto) É que essa pressão é exercida na superfície do líquido. Mas isso eu acho que é uma coisa que não vai acontecer lá com a gente. Não é o nosso caso. (PQ continua traduzindo) Pressão de vapor é a pressão causada pelas partículas na fase de vapor durante...
6	PQRf	O aquecimento?
7	PQ	...a evaporação. Aliás não é a evaporação é a ebulição. <i>Boiling!</i>
8	PQRf	Pressão de vapor é a pressão causada por partículas...
9	PQ	Só tem durante a ebulição.
10	PQRf	...de vapor durante a ebulição.
11	PQ	Vaporização inicia-se com a ebulição. Um líquido tem...
12	PQRf	Eu acho essa interessante.
13	PQ	Essa é interessante. Isso serve pra gente.
14	PQRf	Isso é interessante. Vaporização...
15	PQ	Isso surge pra gente. Que a evaporação... ela só começa quando tá ebulindo.
16	PQRf	Ebulindo.
17	PQ	Isso é uma concepção que eu acho que a gente pode encontrar. E na verdade eu acredito que a gente vai detectar essa concepção já no primeiro encontro.
18	PQRf	Com certeza.
19	PQ	Porque no primeiro encontro a gente vai precisar... vai ter essa coisa dos cem graus e da temperatura ambiente. (PQ continua traduzindo) A temperatura constante o valor da pressão de vapor muda com a mudança de volume e do vapor em equilíbrio com o seu líquido. As pressões de vapor dos líquidos mudam com as pressões no seio do líquido. E... líquido em ebulição na atmosfera têm diferente pressão de vapor. (PQ repete a tradução) Líquidos em ebulição na pressão atmosférica possuem diferentes pressões de vapor (PQ faz uma pausa pra pensar enquanto seus olhos movimentam-se para cima e para a esquerda). Após alguns instantes retoma a fala) um... líquido vaporiza. Quando um líquido entra em ebulição, é porque a pressão de vapor dele se igualou a pressão atmosférica. Entendeu porque a concepção aqui é errada?
20	PQRf	Sim.
21	PQ	Porque uma vez que o líquido entrou em ebulição a pressão de vapor dele se igualou com a pressão atmosférica.
22	PQRf	Ai... entra naquela... a água entra em ebulição a 100 graus <i>Celsius</i>
23	PQ	Sim mas quando a pressão dela...
24	PQRf	Se iguala a pressão atmosférica.
25	PQ	760.
26	PQRf	Isso. Mas não quer dizer que ela se vaporiza a 100 graus <i>Celsius</i> somente.
27	PQ	Não, ela entra em ebulição.
28	PQRf	Ela entra em ebulição. Elas vão achar que é a mesma coisa (Risos).
29	PQ	Pode ser.

Destacamos no episódio 22 duas situações que reforçam a importância do conhecimento do conteúdo na identificação de concepções não científicas e consequentemente no conhecimento da compreensão dos estudantes.

Em primeiro lugar PQRF, identificou a concepção presente no turno 11 como sendo possível de ser encontrada entre as professoras. Isso ocorreu porque teve acesso ao conteúdo de um trabalho (MOREIRA; TRENTIN; MOREIRA, 2008) em que as concepções de estudantes do terceiro ano de Ensino Médio foram investigadas. Assim, como a concepção presente no turno 11 estava presente entre os estudantes de Ensino Médio essa foi prontamente identificada por PQRF.

Em segundo lugar, no texto destacado em negrito no turno 19 e nos turnos subsequentes, verificamos a importância do conhecimento do conteúdo no entendimento de por que, determinada concepção é errada.

Desse modo, PQRF nos turnos 22, 24 e 26, mostrou ter conhecimento desse conteúdo, pois no turnos 22 e 24 explicitou o conhecimento dos princípios básicos que determinam o que é certo e errado no fenômeno de evaporação e no turno 26 mostrou entender como os princípios básicos relacionados ao fenômeno estão organizados para explicar e diferenciar a vaporização da ebulição.

Após o episódio interativo 22, PQRF e PQ leram o artigo de Andreu e Recena (2006) em que os autores apresentam algumas concepções de estudantes do Ensino Médio relacionadas à ebulição da água. Por meio da leitura desse artigo, PQRF tomou consciência da variedade de concepções a respeito da evaporação, pois foram encontradas concepções diferentes daquelas mostradas por Canpolat (2006).

A partir dessas discussões, PQRF ficou motivado a sondar as concepções alternativas presentes entre pessoas de seu convívio de diferentes faixas etárias e formações. Dessa forma, acreditava que ao conhecer essas concepções poderia contribuir de modo mais adequado com a formação das professoras como se observa no episódio interativo 23.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 23

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Sabe uma coisa que eu vou tentar fazer PQ?
2	PQ	Não.
3	PQRF	Eu vou tentar fazer um laboratório de fim de semana.
4	PQ	A é? Você vai tentar sondar seu irmão... sondar pessoas.
5	PQRF	Vou sondar meu irmão e minha sobrinha. Minha sobrinha tá com 17 anos.
6	PQ	É uma aluna de terceiro ano de Ensino Médio?
7	PQRF	Terceiro ano do Ensino Médio. Meu irmão faz muito tempo que não vai à escola... e o meu sobrinho. Eu vou propor esse experimento (PQRF se refere ao experimento de evaporação proposto para o encontro 2 da formação em serviço).
8	PQ	Você vai pegar as folhas, vai passar o algodão com álcool e água?
9	PQRF	E eu vou perguntar pra eles, por que? Pra tentar colher um dado, entendeu?
10	PQ	Na verdade se você fizer esse tipo de trabalho, PQRF, vai ser legal porque vai te dar subsídios pra você pensar...
11	PQRF	Claro. Com certeza.
12	PQ	...a situação real com as professoras. Isso é legal.
13	PQRF	Dai eu posso saber onde eu posso ajudar, aonde eu posso interferir, sem dar a resposta.
14	PQ	Agora... você consegue um, uma, uma, um grupo maior de pessoas.

15	PQRF	Eu posso tentar. Porque eles seriam três...
16	PQ	E você pode encontrar as pessoas do seu emprego também.
17	PQRF	Do meu emprego...
18	PQ	Mesmo que sejam Químicos.
19	PQRF	É interessante.
20	PQ	Você vai ter uma amostragem de Químicos e não Químicos.
21	PQRF	Eu vou pegar num final de semana eles três e vou pegar mais três no meu emprego.
22	PQ	Vê quantos você consegue. Quanto mais você conseguir melhor.
23	PQRF	Porque eu levanto uma... eu levanto uma concepção... uma. Eu vejo as concepções prévias e a gente pode planejar melhor o trabalho.

No episódio 23 nota-se que a apresentação e discussão com PQRF das concepções alternativas foram importantes para desencadear o desejo de sondar as concepções alternativas/prévias que permeiam o fenômeno de evaporação.

No turno 13 observamos que PQRF desenvolveu, ao longo dos encontros 1 e 2, um componente necessário ao desenvolvimento do PCK. Esse é representado em sua expressão da preocupação em querer contribuir mais adequadamente com o planejamento para ajudar as professoras.

Na tabela 7 estão resumidas as principais mudanças no conhecimento da compreensão dos estudantes ao longo do encontro 2 e os fatores relacionados a essas mudanças.

Com base nesses dados novamente ressaltamos a importância do conhecimento específico na compreensão do conhecimento dos estudantes. Vemos também com esses dados que perguntar a PQRF por que pensava que as substâncias absorviam energia em quantidades diferentes, disparou novamente suas habilidades metacognitivas.

Tabela 7. Resumo das mudanças no conhecimento da compreensão dos estudantes (MCCE) no encontro 2.

MCCE	Episódio	Turnos	Fator desencadeador
Abandona a ideia de que as professoras terão dificuldade de entender que as substâncias mais voláteis absorvem mais energia e identifica a importância das forças de interação intermoleculares na evaporação.	20	10 a 21	Pedido de justificativa do argumento por meio da pergunta: Por que? E reflexão acerca do significado do argumento.
		22 a 33	Fomento da reflexão durante a argumentação por meio da pergunta: O que diferencia os compostos pra a cetona evaporar mais rápido do que a água? Tomada de consciência das diferenças de forças intermoleculares e sua influência na evaporação.
Passa a identificar concepções alternativas com potencial de ocorrência entre as professoras primárias e identifica na estrutura do conteúdo específico as regras desse domínio conceitual.	22	1 a 16	Leitura e interpretação de artigo científico apresentando sete concepções alternativas relacionadas a evaporação e pressão de vapor. Discussão do significado da concepção: "Vaporização inicia-se com a ebulição".
	22	19 a 28	Discussão do significado da concepção: "Líquidos em ebulição na pressão atmosférica possuem diferentes pressões de vapor".
Toma consciência de que para começar a compreender o conhecimento das professoras deve sondar as concepções prévias das pessoas em seu entorno.	23	1 a 13, 23	Leitura dos artigos de Canpolat (2006) e de Andreu e Recena (2006) e da tomada de consciência da variedade de concepções alternativas a respeito da evaporação.

Assim, PQRF mostrou ser capaz de lidar de modo eficaz com as informações provenientes do meio e articular essas informações com os próprios processos de pensamento (RIBEIRO, 2003) se auto-refutando. Dessa forma, desenvolveu concepções mais adequadas para analisar as concepções das professoras e identificar concepções alternativas.

Verificou-se também que a pergunta: O que diferencia os compostos para a cetona evaporar mais rápido do que a água? contribuiu para que PQRF explicitasse e tomasse consciência de um importante fator responsável pelas diferentes velocidades de evaporação.

Com isso infere-se que questões que visam o refinamento do questionamento conceitual que levem à reflexão durante a argumentação possuem potencial de desencadear mudança de posicionamento a partir do re-exame dos próprios argumentos e contribuir para o aprofundamento e melhoria do conhecimento do conteúdo.

A apresentação das concepções prévias, presentes na literatura, por meio de leitura e interpretação de artigos científicos, discutindo o significado dos argumentos se mostrou uma estratégia interessante no presente trabalho porque apresentou exemplos de concepções que geraram um ponto de partida para prever concepções presentes na professoras.

Além disso, favoreceu que PQRF desenvolvesse uma atitude proativa em relação ao seu papel como formador e o fez sondar concepções alternativas de parentes e amigos na tentativa de conhecer mais acerca dessas concepções e poder contribuir mais significativamente com as professoras.

A seguir serão apresentados os dados relativos às mudanças no conhecimento da compreensão dos estudantes durante o encontro 3.

4.2.6 O conhecimento da compreensão dos estudantes no encontro 3

No encontro 3, dois fatores influenciaram as visões de PQRF acerca da compreensão dos estudantes. Em primeiro lugar, os dados coletados com parentes e amigos e, em segundo lugar, a observação dos registros em vídeo, feitos na aula de P4.

Desse modo, os episódios interativos apresentados a seguir estão relacionados a essas duas influências. Serão apresentados primeiramente os episódios relacionados à análise e interpretação dos dados coletados por PQRF (amigos e parentes) seguidos daqueles episódios em que se analisou a aula de P4.

No episódio interativo 24, PQRF apresentou os dados coletados com um estudante da graduação em Química que trabalha em uma indústria metalúrgica da região do ABC Paulista.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 24

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Vamos começar pelos Químicos. Pra ficar legal (PQRF fornece uma folha contendo o resultado de uma sondagem de concepções acerca do fenômeno de evaporação feita com um estudante do curso de Bacharelado e Licenciatura em Química).
2	PQ	Tá... esse aqui é ex-aluno meu?
3	PQRF	Não. É seu aluno.
4	PQ	É meu aluno recentemente. Ele está no começo da faculdade ou no fim?
5	PQRF	Não ele está no começo. Ele está na Geral (PQRF se refere à disciplina Química Geral I)
6	PQ	Ele tá na Geral? Num dos primeiros anos.
7	PQRF	Não, não... na verdade ele tá no segundo.
8	PQ	Ah! Ele foi meu aluno na Geral.
9	PQRF	Isso.
10	PQ	Mas e ele pegou DP? É isso? Da Geral?
11	PQRF	Não, não ele passou.
12	PQ	Tá, ele passou. (PQ começa a ler o conteúdo de uma folha que PQRF lhe forneceu) Então ele diz que a força das ligações da água são maiores que a do álcool e da acetona. Por que a força necessária para quebrar essas ligações varia.
13	PQRF	Ele tentou justificar não justificando.
14	PQ	Tá, mais espera um pouquinho. Mas que que tá? Qual foi a pergunta aqui?
15	PQRF	Eu pedi pra ele fazer o seguinte... faça um desenho das moléculas da água, da acetona e do álcool no estado líquido...
16	PQ	Hum.
17	PQRF	...e depois elas passando para o estado gasoso. Então ele representou aqui o estado líquido e elas passando pro estado gasoso. A dispersão das moléculas.
18	PQ	Aqui ele colocou hidrogênio e não colocou H ₂ O. H ₂ olha! Tá mas... então aqui era isso?
19	PQRF	Isso.
20	PQ	Ai depois éééé... essas explicações aqui... (PQ aponta para os textos escritos acima dos desenhos).
21	PQRF	Estão justificando os desenhos.
22	PQ	Pra cada desenho tem um explicação que está acima dele.
23	PQRF	Isso. Exato, exato.
24	PQ	Então deixa eu ver de novo. As forças das ligações da água são maiores que as do álcool e a da acetona. Porque as forças necessárias pra quebrar essas ligações variam... (PQ olha pra PQRF e mostra em sua fisionomia querer mais explicações no texto).
25	PQRF	É ele não explicou. Ele viajou.
26	PQ	Não fechou uma ideia, né?
27	PQRF	Não fechou uma ideia.
28	PQ	As ligações das moléculas estão mais longe, portanto mais fácil de se romper. (PQ começa a interpretar a concepção) Então porque a ligação tá mais longe é mais fácil de romper. Essa é a concepção dele.
29	PQRF	É.
30	PQ	É o distanciamento das ligações. Ou seja a interação...
31	PQRF	Atômica intermolecular
32	PQ	...atômica e intermolecular não faz... não tá presente. (PQ continua lendo) A acetona se rompe com muito mais facilidade devido a sua reatividade.
33	PQRF	Interessante né?
34	PQ	E ele colocou um C dupla O aqui mas ele nem escreveu o resto da molécula porque, eu imagino que, ele não saiba qual é a fórmula
35	PQRF	Isso. Ele não sabe. Não faz ideia.
36	PQ	Não faz ideia qual é a formula da acetona.
37	PQRF	Não.
38	PQ	Ele sabe que tem um C dupla O .
39	PQRF	Ele acha que na verdade é o seguinte. Ele tem uma visão bem clara. Que na água a ligação é mais forte do que nos outros. Por isso que ela evapora mais lentamente. Essa ideia tá fechada na cabeça dele. Mas ele não soube explicar o porquê.
40	PQ	Não é uma ideia... ééé... ele não... ele não tá errado.
41	PQRF	Não ele está certo.

42	PQ	Mas ele não tem um argumento...
43	PQRF	Ele não tem um argumento.
44	PQ	Ele não tem um argumento com começo meio e fim consistente pra poder descrever o fenômeno.
45	PQRF	Isso. Ele acha que a acetona é muito reativa e é isso que ele acha.
46	PQ	Ele acha que é a reatividade da acetona. Já não é mais a questão da ligação.
47	PQRF	Não
48	PQ	A questão da ligação é só na água.
49	PQRF	Só na água.

Analisando os turnos 15 a 23, verificamos que PQRF mostrou um conhecimento com potencial para promover mudança no conhecimento da compreensão dos estudantes e, conseqüentemente, provocar mudanças no PCKarg.

Verificamos que conhecia estratégias de sondagem de concepções e tinha também o conhecimento de como implementá-las. Conforme se observa nos turnos 15 e 16 também possuía conhecimento de como encaminhar a sondagem das concepções dos estudantes.

Nos turnos 20 a 23, vemos que PQRF incorporou na sondagem a produção de textos explicativos relativos a cada desenho produzidos pelos estudantes. Assim, os participantes dessa investigação eram levados a explicitar como e porque o fenômeno ocorria conforme se verifica na figura 25.

Ao ser perguntado a respeito de por que optou por pedir, em suas sondagens que fossem produzidos textos e imagens, explicou da seguinte maneira: “Eu fui muito influenciado pela sua metodologia de trabalho lá na Prática do Ensino. Eu lembro muito claramente. Eu pedi texto e desenho porque o desenho é mais fiel às ideias das pessoas. As pessoas têm mais dificuldade para se expressar por escrito e o desenho é um retrato mais fiel de como elas pensam. Assim, eu poderia comparar texto e desenho e entender melhor como a pessoa pensa”.

A partir dessa frase novamente observa-se que durante o curso de prática do ensino a estratégia de sondagem mostrada no episódio 24 foi incorporada no repertório de PQRF (LORTIE, 1975). Verificamos também que a observação de seu entorno durante essa experiência gerou outra concepção.

Desse modo, PQRF afirmava que devido às dificuldades que as pessoas possuem para se expressar por escrito, o texto somente, pode não ser uma expressão fiel de seu raciocínio. Desse modo, assume que o cruzamento de dados entre texto e desenho é mais adequado para sondagem da compreensão dos estudantes.

Verifica-se, portanto, que além de conhecer uma estratégia de sondagem de concepções esse professor tinha tomado consciência da importância da coleta e do tratamento dos dados para o conhecimento da compreensão dos estudantes.

Figura 25. Material gerado na sondagem realizada por PQRF.

Analisando os turnos 24 e 25 verificamos que PQRF ainda apresentava dificuldades de avaliar as concepções mostradas na figura 25. Isso pode ser verificado porque não percebia que o texto (As forças das ligações da água são maiores que as do álcool e a da acetona. Porque as forças necessárias pra quebrar essas ligações variam...) está alinhado com o pensamento científico vigente.

Dessa maneira, mostrava ainda um conhecimento menos aprofundado do conteúdo específico. Por isso, ainda possuía dificuldades para avaliar a compreensão dos estudantes nesse tópico.

Por conta disso, embora fosse capaz de identificar as concepções alternativas, acerca do distanciamento molecular, observa-se que incluía nessas concepções a ideia da influência das diferentes forças intermoleculares como se verifica no turno 25 quando cita: “É ele não explicou. Ele viajou”.

No episódio interativo 25 novamente podemos observar a relação entre o CE e o CCE enquanto PQ e PQRF analisavam o resultado de uma sondagem feita com um químico formado.

A relação entre o conhecimento do conteúdo e a compreensão dos estudantes novamente pode ser observada analisando a relação entre os turnos 6 e 4. No turno 6 PQRF fez uma crítica à afirmação de que entre as moléculas do álcool há o estabelecimento de ligações de hidrogênio.

Isso ocorreu porque não concebia que esse tipo de interação molecular pudesse ocorrer em moléculas diferentes das moléculas de água. Nesse contexto, considerava a ligação de hidrogênio como inerente à molécula da água e não aos átomos presentes na molécula.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 25

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Álcool... o álcool foi o segundo a evaporar. Possui também ligação covalente e a interação do oxigênio e o hidrogênio formam pontes de hidrogênio, precisando de mais energia pra evaporar. Tá. (PQ continua a leitura enquanto PQRF balança a cabeça afirmativamente) A água...
2	PQRF	Essa eu achei legal.
3	PQ	A água vai... a água foi né?
4	PQRF	Foi o último
5	PQ	O último a evaporar, possui ligação covalente e maior interação de pontes de hidrogênio, necessitando ainda mais energia para evaporar.
6	PQRF	É... ele só viajou aqui porque o álcool, na verdade, ele não estabelece essa ligação.
7	PQ	Ligação? Qual?
8	PQRF	Pontes de hidrogênio. Ou ele estabelece?
9	PQ	Estabelece.
10	PQRF	O álcool também?
11	PQ	Lógico. Tem OH!
12	PQRF	Tem OH.

Perguntado acerca desse fato respondeu: *“Eu somente via a molécula da água com a possibilidade de fazer esse tipo de interação. Se forçasse eu diria a da amônia. Pra mim na molécula do álcool não existiriam essas interações porque eu tinha aprendido que as moléculas da água fazem ligação de hidrogênio. Assim se qualquer pessoa me dissesse isso eu iria considerar uma concepção falha”.*

Vemos que a partir das aulas que PQRF frequentou, durante o colégio técnico e na graduação, o conceito de ligações de hidrogênio sofreu um processo de apagamento, restringindo-se apenas à molécula de água. Desse forma, avaliava como incorreta uma concepção aceita pelo meio científico.

Conforme citam Moreira e Masini (2006) a respeito do processo de assimilação e retenção de conceitos:

Portanto, apesar de que a retenção é favorecida pelo processo de assimilação, o conhecimento assim adquirido está ainda sujeito à influência erosiva de uma tendência reducionista da organização cognitiva: é mais simples e econômico reter apenas as ideias, conceitos e proposições mais gerais e estáveis do que as novas ideias assimiladas (MOREIRA e MASINI, 2006).

Assim, observa-se que há um apagamento natural de parte dos conceitos assimilados de modo que o resíduo desse apagamento é uma simplificação do conceito que muitas vezes deixa detalhes importantes de fora como vemos ocorrer no conceito de forças intermoleculares.

Do mesmo modo, verificamos que isso ocorreu, com a assimilação dos conceitos relativos à argumentação científica, durante a graduação de PQRF. Como vimos no episódio 11, nos turnos 6, 14, 18 e 20, a partir de sua experiência prévia a importância da refutação se sobrepunha aos demais elementos tais como: levantamento de hipótese, teste de hipótese, apresentação de controvérsia, reforço da

controvérsia, que juntamente com a refutação desempenham um papel importante no processo de argumentação.

Conforme citamos anteriormente, embora seja necessário que um professor vivencie a argumentação investigativa para que esse incorpore-a em sua prática docente (ZEIDLER, 1997), verificamos contudo que mesmo após os professores serem expostos a processos de argumentação, eles podem desenvolver concepções alternativas acerca de como organizar e dirigir a argumentação científica e desenvolver uma prática docente inadequada nesse campo.

Desse modo, reforçamos a ideia de que apresentar um modelo estrutural para planejar as aulas e suas intervenções pode favorecer que os professores, com base nesse ponto de partida, superem as distorções conceituais que surgem ao apenas vivenciarem a argumentação em sua formação inicial e tentarem desenvolvê-la somente a partir dessa formação.

Defendemos ainda que sendo o PCK um conhecimento que é desenvolvido na prática, a aplicação desse modelo estrutural configura-se como um favorecedor da construção e do desenvolvimento do PCKarg.

Por outro lado, ressalta-se ainda que o fato de PQRF sondar as concepções de seus amigos e parentes trouxe alguns benefícios para o CCE desse professor. Após as análises de todas as sondagens começou a identificar um padrão de comportamento e passou a tomar de consciência de alguns aspectos relacionados às concepções alternativas nesse domínio conceitual, tais como:

- a) Em todas as sondagens o calor era a força-motriz da evaporação.
- b) Quando uma pessoa desconhece a influência das interações intermoleculares ela identifica o distanciamento molecular como causador das diferenças nas taxas de evaporação.
- c) Embora existam concepções semelhantes, as pessoas também podem possuir concepções muito divergentes a respeito de um mesmo fenômeno.

Essa pluralidade de concepções foi empregada por PQ para discutir quais seriam as concepções apresentadas pelas professoras polivalentes. PQRF acreditava que as concepções das professoras se aproximavam daquelas em que as diferentes velocidades de evaporação eram relacionadas com o atrito e agitação molecular na temperatura ambiente.

Com a finalidade de refinar as concepções de PQRF, foi-lhe mostrado um registro em vídeo da aula de P4. Esse registro foi escolhido porque P4, entre as quatro professoras, era a mais experiente, possuía uma formação em Ciências mais sólida, conforme citado no item 3.2, era fonte de consulta das outras professoras acerca dos

procedimentos de aula e, portanto, era representante do trabalho das demais professoras.

Antes de iniciar o vídeo, PQ apresentou parte do contexto da aula. Sendo assim, foi explicitado que as professoras (P1, P2, P3 e P4) levavam os estudantes para o laboratório e que outra professora (PB) fazia as demonstrações experimentais de comprovação da teoria, propostas na apostila dos estudantes.

Feito isso, professoras e estudantes retornavam para a sala de aula e retomavam as discussões realizadas por PB, durante a realização dos experimentos, associando os resultados experimentais com os conceitos de ciclo da água.

Após isso, PQ e PQRf assistiram o registro em vídeo. Cabe ressaltar que quando sentiram necessidade de parar o vídeo, esse foi parado e foram feitos os comentários e discussões acerca do que estava sendo visto.

No episódio interativo 26, identificam-se os registros dos momentos em que PQRf toma consciência das concepções de P4 a respeito da força motriz da evaporação.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 26

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	(V)P4	Agora... que outro elemento nós vamos colocar aqui? Fala.
2	(V)E	O Sol.
3	(V)P4	Por que você acha que a gente tem de colocar o Sol aqui?
4	(V)E	Pra evaporar a água.
5	(V)P4	Háááá... então a gente precisa do que. Do que a gente vai precisar pra evaporar a água?.
6	PQ	(PQ interrompe o vídeo e pergunta) Que leitura você faz disso?
7	PQRf	O menino já matou. Falou que precisa do... do Sol pra dar calor pra evaporar a água.
8	PQ	Isso. Então você viu concepção semelhante com aquelas dali? (PQ aponta para a pilha de papéis onde estão as sondagens) Mas então, agora você vê isso de que maneira? Precisa do Sol? Não precisa do Sol?
9	PQRf	É. Na verdade é o seguinte eu acho que eles vão achar que não precisa do Sol.
10	PQ	Quem?
11	PQRf	Oooo... as professoras.
12	PQ	Vão achar isso?
13	PQRf	Sim porque elas vão ver o experimento ali na temperatura ambiente e vai evaporar (PQRf se refere ao experimento proposto para o encontro 2).
14	PQ	Tá... mas espera um pouquinho, elas já viram o experimento na temperatura ambiente.
15	PQRf	Elas?
16	PQ	Sim! A vida toda. Olha a idade dela.
17	PQRf	Sim.
18	PQ	E ela... o que ela faz? Ela corrobora o que o garoto tá falando.
19	PQRf	Com... que precisa do Sol?
20	PQ	Sim. Agora olha isso (PQ reinicia o vídeo).
21	(V)P4	Por que o Sol. O que o Sol tem que ele faz a água evaporar?
22	(V)E	Eu Sei.
23	(V)P4	Fala.
24	(V)E	Calor.
25	(V)P4	Calor. O Sol é uma fonte de energia (PQRf interrompe o vídeo).
26	PQRf	Mas é... que tá... mas por exemplo. Ela corrobora com a ideia do menino de que é necessário o Sol. Mas eu acho que no fundo... no íntimo ela sabe que não é necessário uma temperatura tão grande pra evaporar a água. Eu acho que ela tá tentando fazer eles entender que é necessário uma fonte de energia...
27	PQ	Entendi. Mas por exemplo...
28	PQRf	...pra formar vapor.

29	PQ	Tá. Mas vamos (inaudível)... (PQ reinicia o vídeo)
30	(V)P4	Mas no momento que ele transferir o calor o que vai se aquecer? Vamos lá. O que acontece com essa água, dos rios, dos mares, dos lagos... lembra tem...
31	(V)E	EVAPORA.
32	(V)P4	Por que a água evapora?
33	(V)E	Por causa do calor.
34	(V)P4	Essa água esquentar. Então o que vai acontecer com essa água? Ela vai o que? E-va-po-rar.
35	PQ	(PQ interrompe o vídeo e comenta) A água só evapora se esquentar.
36	PQRF	Se esquentar (PQRF concorda balançando a cabeça). A, isso ficou bem claro... que essa é a visão dela.
37	(V)P4	(PQ reinicia o vídeo) Inaudível o ciclo da água, não é? Então tudo bem. Então teve a evaporação por que o Sol esquentou a água. E essa água que evapora (PQRF interrompe o vídeo).
38	PQRF	Tá bem claro. Na cabeça dela só evapora se esquentar.

Inicialmente vemos que PQRF não tinha uma visão clara do conhecimento das professoras, pois acreditava que, apesar de P4 afirmar que a exposição aos raios de Sol era necessária para que a evaporação ocorresse, no íntimo essa professora sabia que isso não era verdade.

Conforme se verifica no turno 26, PQRF acreditava que falar que o Sol deveria aquecer a água era uma estratégia para mostrar aos estudantes que era necessária uma fonte de calor para que a evaporação acontecesse. Assim, ainda não percebia na fala de P4 uma concepção alternativa presente nos resultados das sondagens e frequentemente encontrada entre as concepções acerca do fenômeno da evaporação (MOREIRA et al., 2008).

Contudo, ao ser observado o argumento, desenvolvido por P4 nos turnos 30, 32, 34 e 37 vemos que tomou consciência da concepção alternativa mostrada por essa professora.

Claramente P4 emprega um discurso de autoridade (MORTIMER e SCOTT, 2002) para levar os estudantes a concluir que a evaporação se dá a partir do aquecimento solar. Assim, a intencionalidade de P4, mostrada no final do turno 37 foi identificada por PQRF como vemos no turno 38.

Após o episódio 26, PQ e PQRF continuaram assistindo ao registro em vídeo da aula de P4. Nesse momento da aula P4 estava apresentando aos estudantes como as nuvens se formam e fechando o conteúdo ciclo da água. No final das explicações PQ interrompeu o vídeo e iniciou uma discussão com PQRF no sentido de (re)planejar os encontros com as professoras, conforme se verifica no episódio 27.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 27

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Deixa eu fazer uma pergunta. A nossa proposta inicial era pedir pra desenhar as moléculas numa panela com a metade do volume com água...
2	PQRF	Ham ram.
3	PQ	...a 25 e a 100°C. O que você acha da gente colocar mais uma ou duas temperaturas aí?
4	PQRF	A 25 e a 100. Abaixo de 25 por exemplo.
5	PQ	Abaixo de 25. A 5 graus?
6	PQRF	Resfriar a panela?

7	PQ	Não, temperatura... não diz que resfriou. Diz que a temperatura da água era 5...
8	PQRF	5 graus.
9	PQ	...durante todo o fenômeno.
10	PQRF	Eu acho que é válido. Por que o que acontece? O que eu tô vendo aí que... O nome dessa professor qual é?
11	PQ	P4.
12	PQRF	A P4 ela tá... é muito claro na cabeça dela o seguinte. Pra acontecer a mudança de estado deve-se adicionar temperatura. Mais temperatura. Ela acabou de falar pro menino aí o seguinte. O que teve que acontecer, foi o que ela disse, pra acontecer uma mudança de estado? Ah, a temperatura. É isso. Na cabeça dela é o seguinte. Ou coloca temperatura ali ou não vai vaporizar. Agora eu te faço uma pergunta. Você acha que ela sabe o que a temperatura mede?
13	PQ	Não. Eu acho que ela não sabe.
14	PQRF	Não?
15	PQ	A agitação molecular?
16	PQRF	É.
17	PQ	Ela não faz ideia. Eu acho. Porque a pessoa que sabe nesse nível... ela desenvolve outro tipo de argumento. Você entende? Ela não vai falar fornece calor. Ela vai falar aumenta a agitação das moléculas.
18	PQRF	Aumenta a agitação das moléculas... a energia cinética.
19	PQ	Você pode aumentar ela de várias formas. Você pode por sobre um corpo de maior temperatura ou você pode simplesmente...
20	PQRF	Agitar como a gente fez lá na...
21	PQ	Físico-Química.
22	PQRF	Eu lembro muito bem que quando você agitou aumentou 3, 4 graus.
23	PQ	Pois é. Entende? E eu... naquele momento dei um dado pras pessoas também. Eu disse que se ficasse agitando...
24	PQRF	Claro.
25	PQ	...por uma hora chegaria a 80°C.
26	PQRF	80°C.
27	PQ	E esse foi o dado que eu obtive em laboratório. Então, você vê. Vale a pena parar um pouquinho agora pra olhar para as aulas delas, pra gente se voltar pra essa proposta aqui e começar a...
28	PQRF	Rediscuti-la.
29	PQ	Rediscuti-la.
30	PQRF	Eu acho que vale a pena a gente acrescentar aqui, 5, 25... (PQRF se refere ao replanejamento do encontro 1).
31	PQ	25 e 100. Ou 1 grau também
32	PQRF	Até zero grau <i>Celsius</i> também. Porque de repente na cabeça delas zero é só gelo. Entendeu?

Nesse episódio vemos que PQRF toma consciência das concepções alternativas de P4 e a partir disso auxilia PQ no replanejamento da primeira atividade dos encontros para a formação em serviço.

A tomada de consciência verificada no turno 38 do episódio interativo 26 foi aprofundada no turno 12 do episódio 27. Nesse turno verifica-se que além de PQRF consolidar essa tomada de consciência nota-se que mostrou o conhecimento de um conceito chave para que a professora possa entender corretamente o fenômeno de evaporação.

Ao perguntar para PQ a respeito do conhecimento do significado do conceito de temperatura e articular esse conceito com os conceitos de agitação molecular e energia cinética, no turno 18, tinha um conhecimento do conteúdo que possuía uma estrutura adequada para identificar que apresentação da ideia de fornecimento de calor como o causador da evaporação representava apresentar uma concepção alternativa.

Verificamos ainda que esse conhecimento foi construído nas aulas de Termodinâmica, em sua graduação como vemos nos turnos 21 e 22. Assim, novamente observa-se a importância do conhecimento do conteúdo específico na identificação das concepções dos estudantes e no planejamento de estratégias para lidar com essas.

Conforme nota-se nos turnos 30 e 32, PQRF, com base nesse conhecimento, dá contribuições ao replanejamento das atividades de modo a torná-las mais robustas para sondar as concepções das professoras.

Ainda no encontro 3 identificou-se mais dois episódios em que PQ discutiu com PQRF aspectos da estrutura do conteúdo evaporação. Nessa discussão foi abordada a relação do Sol com a evaporação e identificou-se que PQRF necessitava expandir o conhecimento do conteúdo em sua estrutura conceitual para poder entender mais profundamente a concepção de P4.

No episódio 28 verifica-se que P4 está reforçando sua concepção para os estudantes fazendo uma crítica ao material didático. Após PQRF interromper o vídeo e explicitar o que está transcrito no turno 4, PQ identificou a necessidade de haver um refinamento da concepção de PQRF acerca da relação do Sol com a evaporação conforme se verifica a seguir.

Observamos no turno 6 que para PQRF o Sol não tinham relação direta com a evaporação. Ao longo das discussões esse professor criou essa concepção uma vez que no episódio 20 inicialmente defendia a ideia de que a velocidade de evaporação estava relacionada a diferenças na absorção de calor e no final desse episódio refutou essa ideia.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 28

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	(V)P4	Tá vendo. Tá vendo como os livros e as apostilas... a gente tem de tomar cuidado! Aqui nessa apostila tá faltando o Sol. A gente tem de prestar atenção.
2	PQ	Ela se refere que não tem o Sol aqui ó. (PQ mostra a apostila para PQRF)
3	(V)P4	Muitas vezes... (PQRF interrompe o vídeo)
4	PQRF	Pra ela não evapora de noite então.
5	PQ	Não. Precisa ter Sol. Mas o pior que tem o Sol. Você... PQRF temos que tomar um cuidado. O Sol ele está diretamente relacionado com a evaporação ou não?
6	PQRF	Pra mim não.
7	PQ	Por que?
8	PQRF	O que está diretamente...? Quando que evapora? Evapora quando a energia cinética molecular ela é maior do que a tensão superficial. Então a molécula se desprende da fase gaso... da fase líquida...
9	PQ	Então deixa eu te fazer uma pergunta. E por que as moléculas tem energia molecular...
10	PQRF	Maior?
11	PQ	É.
12	PQRF	Por que elas... (risos) (PQRF inicialmente aparenta não encontrar palavras para responder).
13	PQ	Dá onde vem isso (risos).
14	PQRF	Mas não é (inaudível) pode ser agitação.
15	PQ	E dá onde vem a agitação? Dá onde vem toda a energia no planeta Terra?
16	PQRF	Toda a energia vem de um lugar só. O universo obedece a primeira ou segunda lei da

		Termodinâmica da conservação da energia. Vem das estrelas a energia.
17	PQ	E o Sol é o que?
18	PQRF	Ela vem de um momento inicial... do Big Bang.
19	PQ	E o Sol é o que?
20	PQRF	É uma estrela. Isso é factual.

Aparentemente a partir da argumentação que se desenvolveu no episódio 20, PQRF passou a descartar a participação direta do Sol no fenômeno de evaporação e passou a conceber de modo mais adequado como essa participação ocorre. No episódio 20, nos turnos 23, 25, 29 e 31 apresentou evidências de ter relacionado a velocidade de evaporação com a facilidade de ruptura das forças intermoleculares e consequentemente da tensão superficial.

Com isso, como vemos no turno 8 do episódio 28 PQRF focar sua explicação na quebra da tensão superficial. Vemos no turno 12 que após ser perguntado acerca da origem da agitação molecular não respondeu prontamente a essa pergunta.

Nesse contexto, observamos que seu conhecimento do conteúdo apresentava uma estrutura que não abarcava conceitos que favorecem compreender mais profundamente o fenômeno discutido e consequentemente entender qual é o papel do Sol nesse fenômeno para identificar a falha no argumento de P4.

No episódio 29 observa-se que existem outras concepções geradas a partir do conhecimento de astronomia que PQRF empregava em sua argumentação e que influenciavam a análise da concepção em discussão.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 29

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	O que mantém as moléculas agitadas, mais ou menos na Terra?
2	PQRF	O que mantém? A radiação das estrelas.
3	PQ	E o Sol é uma estrela.
4	PQRF	Mas não é só do Sol. Tem bilhões de estrelas no universo.
5	PQ	Sim. Mas por exemplo...
6	PQRF	Ah, não... é a mais próxima...
7	PQ	...se o Sol...
8	PQRF	Desaparecer?
9	PQ	...hoje, agora. Daqui a 5 minutos o último fóton do Sol chegaria na Terra. O que ia acontecer daqui a 5 minutos e 2 segundos? Ia começar a acontecer o que?
10	PQRF	Iam diminuir mas não iam cessar (PQRF se refere a agitação molecular).
11	PQ	E com o passar do tempo?
12	PQRF	Com o passar do tempo. Se todas as estrelas fossem se apa... porque o universo ele está em expansão. Então a estrela mais próxima, tirando o Sol, que é a próxima centauro. Com o passar do tempo ela ia ficando cada vez mais longe.
13	PQ	Sim. Então eu vou te perguntar. E o que aconteceria com o ciclo da água daqui a um ano?
14	PQRF	Não. Eu acredito que acabou o ciclo da água.
15	PQ	Então espera um pouquinho. Então o Sol está envolvido.
16	PQRF	Tá. É...
17	PQ	Agora aí que tá. Nós temos duas coisas pra pensar. O Sol está envolvido diretamente. Mas eu preciso ter incidência de Sol...
18	PQRF	Não.
19	PQ	...em alguns momentos. Por que o Sol está envolvido. Porque ele aquece... Por exemplo agora. Agora não tem Sol. Parou de evaporar? (PQ aponta para a janela mostrando para PQRF que já havia anoitecido)
20	PQRF	Não porque não tem Sol, mas radiação do Sol ainda tem. Ainda que em quantidade menor.

21	PQ	Pois é. E isso mantém as moléculas mais ou menos agitadas.
22	PQRF	Claro.
23	PQ	Então você percebe que há uma relação do ciclo da água com o Sol?
24	PQRF	Sim.
25	PQ	Agora a relação que está sendo feita aqui é que não me parece adequada. Por que? Porque só pode ter evaporação uma vez que eu tenha esse Sol amarelinho aqui...
26	PQRF	Isso.
27	PQ	...brilhando.

No turno 4 nota-se que emprega seus conhecimentos de astronomia para refutar a ideia de que apenas o Sol está relacionado à evaporação na Terra. Novamente no turno 10 procurou descartar a influência do Sol na agitação molecular. Claramente afirma-se que o movimento molecular diminuiria mas ainda assim, as moléculas continuariam a se movimentar.

Foi possível identificar que além dos conhecimentos de astronomia, as concepções RF acerca do fenômeno de radiação solar também influenciavam sua visão a respeito da evaporação.

Analisando a argumentação no turno 20 vemos que PQRF acreditava que mesmo na ausência de exposição aos raios solares ainda haveria a entrada de uma quantidade menor de outros tipos de radiação solar que manteriam as moléculas agitadas. Nesse caso não identificou que após ocorrer o pôr-do-sol não há incidência de radiação solar, porém os efeitos provocados pela exposição aos raios solares na energia cinética molecular perduram.

Perguntado a respeito do porquê dessa concepção respondeu: “Uma vez um amigo que possuía um aquecedor solar me disse que ele se carrega à noite. Só que essa carga é bem pequena. Então eu, com base nesse dado, acredito que à noite entra um pouco de radiação do Sol”.

Na tabela 8 é apresentado um resumo das mudanças do conhecimento de PQRF a respeito da compressão dos estudantes no encontro 3.

Desses dados novamente é possível inferir que o conhecimento do conteúdo desempenha um papel fundamental na identificação de concepções alternativas, na compreensão da genesis dessas, no desenvolvimento de estratégias instrucionais e evidentemente do PCKarg.

Ao longo dos três encontros identificou-se mudanças nos conhecimentos propostos na figura 23 relacionados ao favorecimento da argumentação. Destaca-se ainda o papel das discussões envolvendo o conhecimento das estratégias instrucionais e o conhecimento da compreensão dos estudantes.

Nas discussões relacionadas ao conhecimento da compreensão dos estudantes verificou-se a relação estreita desse conhecimento com o conhecimento do conteúdo específico.

Tabela 8. Resumo das mudanças no conhecimento da compreensão dos estudantes (MCCE) no encontro 3.

MCCE	Episódio	Turnos	Fator desencadeador
Aprofundou o conhecimento dos tipos concepções acerca da evaporação e de quais concepções estão alinhadas com o conhecimento científico.	24	22 a 33	Leitura e interpretação dos dados coletados na sondagem realizada por PQRF.
	25	em todo o episódio	Discussão a respeito da presença de ligações de hidrogênio nas moléculas de etanol.
Identifica a ideia de que a exposição aos raios do Sol é uma condição necessária para haver evaporação é uma concepção enganosa.	26	1 a 7	Observação, análise e discussão do registro em vídeo da aula de P4 e discussão com PQ.
Deixa de considerar que P4 emprega a concepção de exposição aos raios solares como uma estratégia instrucional e passa a considerar que P4 possui a mesma concepção alternativa que seus alunos e que além disso, essa professora fomenta essa concepção nos estudantes.		21 a 38	
Toma consciência de que P4 desconhece a relação entre agitação molecular e as fases da água.	27	em todo o episódio	Replanejamento da estratégia de sondagem para o encontro 1 com vista a favorecer a discussão do significado do conceito de temperatura.
Passa a identificar de que modo o Sol está relacionado à evaporação e que a relação que os livros didáticos, alguns professores e estudantes fazem é inadequada além de identificar qual é o motivo dessas inadequações	28	em todo o episódio	Observação, análise e discussão do registro em vídeo da aula de P4 com vista a identificar qual é a fonte geradora do movimento molecular no planeta Terra.
	29		

A partir dos dados obtidos neste trabalho vemos que caso o professor não tenham um conhecimento robusto do conteúdo específico a identificação das concepções alternativas dos estudante torna-se inviável. Assim, haverá falhas no conhecimento da compreensão dos estudantes e consequentemente o desenvolvimento do PCKarg fica dificultado.

Por outro lado, a partir desses dados notamos também que a construção de um conhecimento do conteúdo adequado pode ocorrer durante o planejamento das situações-problema visando a argumentação. Isso pode ocorrer sem que a construção desse conhecimento seja o foco do processo.

Dessa maneira não intentou-se transmitir o conhecimento necessário para fortalecimento do conteúdo específico. Ao longo do planejamento, argumentar cientificamente, tomar consciência das concepções alternativas dos estudantes e pensar estratégias instrucionais para lidar com essas, fomentando a argumentação foram fatores importantes no desenvolvimento do conhecimento do conteúdo específico. Esse processo propiciou, além de um entendimento mais aprofundado de como fomentar a argumentação científica, uma melhora no conhecimento do conteúdo específico.

Isso significa que nesse movimento intelectual de argumentar e planejar a atividade investigativa pode ocorrer, como um efeito colateral, modificações no conhecimento do conteúdo específico do formador.

Sendo assim, apresentar e discutir as principais concepções alternativas e planejar a formação em serviço com base nessas fizeram com que PQRF desenvolvesse além do conhecimento da compreensão dos estudantes o conhecimento do conteúdo e conseqüentemente o PCKarg.

Destaca-se que a análise da aula de P4 e a leitura e interpretação da sondagem realizada por PQRF com amigos e parentes também contribuíram com o desenvolvimento desses conhecimentos.

Isso ocorreu porque durante a leitura e interpretação desses dados surgiram discussões em que o conteúdo específico foi abordado de um modo em que PQRF muitas vezes identificou suas concepções entre as concepções enganosas em discussão e foi levado a identificá-las por meio de questões de posicionamento.

Desse modo, questões de posicionamento tais como: Por que você pensa assim? ou questões que visam a discussão conceitual, como por exemplo a questão empregada no turno 22 do episódio interativo 20 – O que diferencia os compostos pra acetona evaporar mais rápido do que a água? – que exige a articulação das estruturas do conhecimento, favoreceram que PQRF identificasse falhas em suas concepções, incorporasse novos elementos em seu repertório conceitual e melhorasse seu conhecimento do conteúdo específico.

Além disso, verificou-se que a prática docente do professor pode ser modelada pela prática docente dos professores formadores. Nesse contexto, as estratégias argumentativas, empregadas por PQ tenderam a ser incorporadas por PQRF, de modo que essas práticas se constituíram em um ponto de partida para o trabalho com argumentação.

Detectou-se com esses dados ainda que, ao colocar PQRF na posição de formador com a restrição de levar as professoras a argumentar sem fornecer a resposta, surgiram demandas cognitivas que o obrigaram a romper com o modelo de ensino tradicional em favor de um modelo baseado na argumentação científica.

Nesse contexto seu contato prévio com o laboratório investigativo desempenhou um papel importante na construção das concepções do que leva as pessoas a argumentar e qual deve ser seu papel para fomentar a argumentação.

Ainda com base nessa hipótese, cabe ressaltar que embora PQRF tenha vivenciado a argumentação científica como licenciando, essa vivência não foi suficiente para construir um conhecimento suficientemente robusto para que esse trabalhasse adequadamente a argumentação em sala de aula.

Dessa maneira, ao passar para a posição de formador e vivenciar a intencionalidade por trás do processo de planejamento das atividades novos conhecimentos a respeito de argumentação foram construídos, favorecendo o desenvolvimento do PCKarg.

Com esses dados, observamos que o desenvolvimento do PCKarg de PQRF relaciona-se ao modelo transformativo (GESS NEWSOME, 1999; KIND, 2009). Isso ocorre porque, ao longo do planejamento foi aprendendo o conteúdo específico ao mesmo tempo em que tomava conhecimento dos propósitos para ensinar um conteúdo específico e das dificuldades dos estudantes (professoras) e também aumentava seu conhecimento das estratégias instrucionais para lidar com essas dificuldades.

Além disso, esses fatores somados afetaram as concepções de PQRF acerca dos propósitos para ensinar o conteúdo. A seguir serão analisados episódios em que estavam presentes discussões a respeito dos propósitos para ensinar o conteúdo e o que ocorreu com as concepções de PQRF ao longo do processo.

4.2.7 Os propósitos para ensinar um conteúdo específico no encontro 1

Embora no decorrer dos três encontros tenham sido identificados 8 episódios interativos em que as concepções a respeito dos propósitos para ensinar um conteúdo específico tenham sido observadas, analisaremos apenas as concepções presentes no encontro 1.

Concentramos essa análise, nesse encontro, porque nos demais estão presentes discussões que apresentam o mesmo teor do que é visto nos episódios do encontro 1. Dessa forma, com a análise do encontro 1 foi possível conhecer as concepções de PQRF e como essas mudaram ao longo do planejamento da formação em serviço.

No quadro 9 identificamos a presença de cinco episódios interativos (identificados no encontro I com PQ) em que estavam presentes discussões nas quais foram identificadas as concepções de PQRF acerca dos propósitos para lecionar um conteúdo específico.

Ressaltamos novamente que essas concepções foram encontradas nos mesmos episódios em que foram identificadas as concepções a respeito do conhecimento de estratégias instrucionais. Desse modo vemos que na maioria das vezes (5/7 vezes no encontro 1) em que PQRF apresentou concepções a respeito de estratégias instrucionais, explicitou-se também ideias acerca dos propósitos para

ensinar o conteúdo específico. Assim optou-se, na presente análise, transcrever os turnos dentro de cada episódio em que esse professor explicitou suas concepções e fazer as análises a partir desses turnos.

No episódio interativo 5 foram identificados dois turnos em que PQRF apresentou suas concepções dos propósitos para ensinar o conteúdo (CPEC). A seguir encontramos a transcrição do turno 2: *“Eu acredito que eu não posso dar a resposta. Eu tenho que incentivar elas a chegarem ou na resposta exata ou muito próximo da resposta exata. Como que devo incentivar? Obviamente que elas são alunas...elas são professoras de pedagogia e não tiveram a Ciência, principalmente a Ciência Química a fundo. Elas não estudaram a fundo Química. Então eu acho que eu posso fazer contribuições, teóricas, pequenas sem responder o objetivo do experimento, sem responder a dúvida que elas estão em questão. Mas eu posso dar contribuições teóricas pra ajudar elas nesse caminho a galgar os degraus até chegar num... num raciocínio próximo do que a gente espera para o fenômeno da evaporação.*

No turno 2 vemos que apresentava a concepção de ensino do conteúdo meramente voltada para o conteúdo. Concebia seu papel como um transmissor de conteúdo por meio de contribuições teóricas. Nesse sentido, o conteúdo é o ponto mais importante.

Devido à falta de conteúdo específico apresentada pelas professoras PQRF concebia que suas ações deviam ser no sentido de suprir esse conteúdo. Além disso, é possível observar no turno 14 do episódio 5 que afirmou que as professoras apresentam barreiras epistemológicas. A partir disso é possível identificar outra CPEC apresentada por esse professor conforme transcrição a seguir: *“Sem dar a resposta e aí o raciocínio delas toma uma outra direção. Por que elas conseguem exatamente fazer o quê? Pular aquele obstáculo epistemológico que os livros didáticos impõe. Principalmente os que elas se formaram”.*

No turno 14 PQRF justifica suas contribuições teóricas como decorrência da presença de barreiras epistemológicas nas professoras. Assim a concepção desse professor é a de que ensinar determinado conteúdo pressupõe levar os estudantes a transpor as barreiras epistemológicas que estão presentes nos livros didáticos.

Vemos ainda que PQRF identificava que os livros didáticos são fontes de obstáculos epistemológicos e que seu papel como professor era favorecer com que as professoras superem esses obstáculos.

Destacamos que ao finalizar o episódio 5 PQRF ainda possuía uma orientação para o ensino com foco no conteúdo. Dessa forma, a maneira que concebia os

propósitos para ensinar o conteúdo influenciava as estratégias instrucionais ao planejar como lecionar esse conteúdo.

Conforme mostrado na tabela 5 no episódio 6 nos turnos 19, 21, 23 e 27, com a discussão estabelecida ao longo desse episódio a respeito da relação entre o fomento do posicionamento acerca das divergências conceituais e o favorecimento do processo de argumentação, PQRF passou a compreender a importância de fazer boas perguntas em vez de dar boas respostas.

Isso ocorreu porque conforme verificamos nas transcrições dos turnos 21 e 23 a seguir, ao longo do episódio 6, mudaram as CPECs e mudaram também as concepções a respeito das estratégias instrucionais.

T21: Por que eu acho que a intervenção teórica ia encurtar o caminho do desenvolvimento delas. Porque de repente o que ela ia pensar? O professor de Química deu uma...

T23: ...uma contribuição e eu vou me segurar nisso aqui. Ou seja eu prejudiquei a construção do conhecimento dela. Então eu acho que é válido as minhas contribuições serem com situações do cotidiano que vão fazer elas ganharem outros horizontes, pensar em outras coisas, enxergar as coisas de outra forma, sem dar a fundamentação teórica.

A mudança na CPEC pode ser identificada no momento em que se afirma-se que sua intervenção teórica pode encurtar o caminho que as professoras deveriam trilhar para desenvolver o conhecimento do conteúdo.

Desse modo, identificava, como vemos no turno 23, que sua intervenção, em vez de facilitar, pode prejudicar a construção de conhecimento por parte das professoras. Nesse contexto vemos que ao longo das discussões a visão de PQRF a respeito dos propósitos para ensinar o conteúdo mudou.

Isso pode ser observado no final no turno 23 no momento em que afirmou que suas contribuições devem ser no sentido de apresentar situações que levem as professoras a vislumbrar outros pontos de vista sem fornecer a fundamentação teórica.

Dessa forma, o propósito que inicialmente estava voltado para o ensino de evaporação a partir de uma orientação como maior foco nos conteúdos em si, ao longo do processo mudou para uma orientação em que os conteúdos passaram a ter um papel secundário.

Segundo essa orientação PQRF via a construção e o desenvolvimento do conteúdo como o resultado de um processo de argumentação bem conduzido. Assim, o ponto mais importante é a argumentação que se desenvolve de modo que a construção de conteúdos configura-se como uma espécie de efeito colateral decorrente da argumentação.

No episódio interativo 7 também é possível identificar que passou a atribuir à argumentação o papel central no processo. No turno 6 desse episódio observamos que também explicitou a importância de fomentar a controvérsia e empregar questões de posicionamento durante o ensino.

T6: Uma só. A é... então se é assim... então por que que isso é assim? Eu acho que é uma boa estratégia. Foi o que o professor fez (PQRF se refere a estratégia de PQ durante as aulas envolvendo o experimento da vela e argumentação durante sua graduação). Quando eu cheguei num... quando eu esgotei as minhas teorias eu falei agora tá perfeito. O professor me perguntou: Qual a temperatura de ebulição de uma molécula de água? Foi mais três semanas de discussão.

Vemos que PQRF apresentava a concepção de que ao lecionar determinado conteúdo o professor deve apresentar a controvérsia e empregar questões que levem os estudantes a se posicionar frente a uma situação ou fato. Assim, esse professor concebia que desempenhando esse papel era possível manter a argumentação em andamento.

Observa-se ainda que sustentava seu ponto de vista empregando como exemplo de apresentação de controvérsia um questionamento em que não havia fornecimento de conteúdo conceitual (Qual a temperatura de ebulição de uma molécula de água?).

T7: Agora vai ter um momento que a gente vai ter de fazer o design... comprar um aquário, talvez comprar... dar plásticos e prendedores como eu falei, dar vidros, um vidro grande, dois vidros que podem fazer isso (PQ faz um formato de V com as mãos) quer dizer...

A partir desses dados é possível identificar ainda que também tinha o propósito de contribuir para fomentar a argumentação, quando as professoras esgotassem suas teorias e assumissem a situação-problema como resolvida.

Com base nesses dados e conforme vemos na tabela 5 ao tomar consciência de que a apresentação de controvérsia favorece a argumentação, PQRF passou a admitir em seu conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo, que no papel de professor deve-se incorporar o papel de fomentador de controvérsia e de bom perguntador.

Nos episódios interativos 8 e 9 vemos uma última concepção dos propósitos de ensinar o conteúdo específico que pode ser identificada no encontro 1. A seguir transcrevemos os turnos 1 e 2 do episódio interativo 8. Nesses turnos identificamos qual é o propósito do emprego da experimentação na visão de PQRF:

T1: Então a menina do laboratório... ela leva os garotos lá... e é ela que faz a demonstração dos experimentos. Os garotos nem põem a mão na massa. As professoras nem relam nos experimentos.

T2: O que já é uma coisa que diverge completamente do que nós propormos, né?

No turno 1 PQ apresentou o contexto em que as aulas de laboratório, dadas por PB, ocorreram. No turno 2 PQRF identificou que esse procedimento diverge da proposta para a formação em serviço presente na tabela 4. Sendo assim, assumiu que os estudantes vivenciarem atividades “mão na massa” é um dos propósitos da experimentação.

No episódio interativo 9 nos turnos 8 e 9 PQRF mostrou mais uma CPEC que está relacionada à visão apresentada no episódio interativo 8. A seguir transcrevemos novamente os turnos 7, 8 e 9 para mostrar o contexto em que o discurso de PQRF ocorreu e a CPEC que emerge desse contexto.

T7: Agora vai ter um momento que a gente vai ter de fazer o design... comprar um aquário, talvez comprar... dar plásticos e prendedores como eu falei, dar vidros, um vidro grande, dois vidros que podem fazer isso (PQ faz um formato de V com as mãos) quer dizer...

T8: Dar possibilidades pra elas de erros e acertos.

T9: De repente dar os dois. Dar plástico e dar vidro.

No turno 7 PQ começa a discutir quais materiais podem ser empregados na atividade 5 da tabela 4. Vemos que PQRF já apresentava a concepção que o nosso papel como formadores é gerar para as professoras situações-problema que tenha a possibilidade de erros e acertos.

Dessa forma fornecer os materiais que favorecem obter um resultado adequado e outros que vão gerar resultados inadequados também é concebido como sendo parte da prática docente de professores que desejam favorecer a argumentação.

Com isso, podemos inferir que o fato de PQRF identificar as diferenças estruturais presentes em propostas experimentais investigativas e não investigativas com base no vídeo do barquinho do Lapef, como proposto na tabela 5, relaciona-se com o fato de que ao longo das discussões identificou a possibilidade de erros e acertos como um propósito para lecionar argumentação para as professoras polivalentes na formação em serviço.

Destacamos que com o favorecimento da geração de erros e acertos possibilita-se às professoras o desenvolvimento de habilidades investigativas e do fazer da ciência.

A partir desses dados verificamos que ao longo do encontro 1 PQRF mudou suas concepções a respeito dos propósitos de ensinar os conteúdos específicos. Isso ocorreu por meio de uma mudança no foco ao lecionar os conteúdos. Com esses

dados ainda é possível inferir que existe relação entre as CPECs e as estratégias instrucionais empregadas para lecionar os conteúdos.

Conforme se observa na tabela 9, a mudança de foco ocorreu entre inicialmente baseada na ação do professor para baseada na ação dos estudantes. Dessa maneira inferimos que essa mudança de foco desencadeou as mudanças de estratégias instrucionais mostradas na tabela 5.

Tabela 9. Resumo das concepções de PQRF acerca dos propósitos para ensinar um conteúdo específico no encontro 1.

<i>Foco</i>	<i>Concepções dos propósitos para ensinar um conteúdo específico</i>
No conteúdo/Professor	1) <i>Suprir a falta de conhecimento do conteúdo específico por meio de contribuições teóricas.</i> 2) <i>Fazer contribuições orais que levem os estudantes a transpor os obstáculos epistemológicos presentes nos livros-didáticos.</i>
Na argumentação/Estudantes	1) <i>Alongar as discussões dos estudantes de modo que esses construam seu próprio entendimento do conteúdo e de como o conhecimento científico se desenvolve.</i> 2) <i>Evitar explicações reducionistas por parte dos estudantes.</i> 3) <i>Favorecer o debate e expandir o raciocínio dos estudantes por meio da apresentação de controvérsia e questões de posicionamento trazendo para a discussão a relação entre os mundos microscópico e macroscópico.</i> 4) <i>Gerar para os estudantes a possibilidade de erros e acertos por meio de um design adequado das aulas experimentais de modo a desenvolver as habilidades investigativas dos estudantes.</i>

A partir desses dados inferimos ainda que para avaliarmos as mudanças no PCKarg dos professores devemos avaliar as propósitos que esses possuem ao lecionar o conteúdo específico. Com base nisso assumimos que os professores podem ter suas concepções dentro de um *continuum* entre os propósitos focados na relação **conteúdo/professor** e os propósitos focados na relação **argumentação/estudantes**.

Nesse contexto assumimos ainda que quanto mais próximas do foco argumentação/estudantes estiverem os propósitos do professor, mais robusto será seu PCKarg.

A partir disso propomos, no mapa conceitual da figura 26, a relação entre o CPEC e os conhecimentos envolvidos no favorecimento da argumentação propostos na figura 23.

Figura 26. Relação entre os conhecimentos de argumentação e o conhecimento dos propósitos para ensinar um conteúdo específico.

Observando a figura 26 verifica-se a proposta de que o conhecimento dos propósitos para ensinar um conteúdo específico interliga-se ao conhecimento do conteúdo específico, ao conhecimento das estratégias instrucionais e ao conhecimento de modelos de práticas argumentativas.

Ao analisarmos a figura 23 propusemos que existem três conhecimentos mínimos que o professor deve dominar e integrar para que esse incorpore aulas argumentativas em sua prática docente. Esses conhecimentos aparecem interligados por um triângulo tanto na figura 23 quanto na figura 26. Contudo, afirmamos que embora esses conhecimentos sejam necessários não são suficientes para que o professor efetivamente incorpore a argumentação em suas aulas.

Com isso, afirmamos ainda que para que um professor empregue a argumentação científica é necessário também que esse deseje optar por essa estratégia de aula (FELDMAN, 2000). É nesse contexto que inserimos o conhecimento dos propósitos para ensinar um conteúdo específico no mapa conceitual da figura 26.

Como se verifica na tabela 9 o CPEC determina o foco do professor ao lecionar um conteúdo específico. Vemos ainda que, dependendo desse foco, o trabalho com argumentação investigativa pode ser favorecido ou desfavorecido.

É com base em seus conhecimentos dos propósitos para ensinar um conteúdo específico, que um professor identifica a necessidade de buscar ou não novas estratégias instrucionais e modelos de práticas argumentativas.

Com base nos dados encontrados neste trabalho, afirmamos que as mudanças que ocorreram no conhecimento de estratégias instrucionais de PQRF ao longo dos encontros para planejamento da formação em serviço e particularmente ao longo do encontro 1, foram resultado de mudanças nas CPECs desse professor ao longo do processo.

Conforme encontramos no trabalho de Grossman (1990) e Magnusson, Krajick e Borko (1999), o conhecimento dos propósitos para ensinar um conteúdo específico é considerado como o componente mais importante do PCK. Isso ocorre porque esse componente guia o raciocínio do professor e as decisões instrucionais que esse professor toma ao lecionar.

Além disso, esse conhecimento dirige as reconstruções que os professores fazem do conhecimento do conteúdo específico de modo a representar esse conteúdo de um modo que seja compreensível pelos estudantes. Esse conhecimento atua como uma espécie de filtro do conhecimento do conteúdo de professores por meio do raciocínio pedagógico. Desse modo, os professores apresentam um conhecimento distinto do conhecimento dos especialistas acerca de como ensinar cada conteúdo específico.

Sendo assim, afirmamos que o desenvolvimento do PCKarg está relacionado ao conhecimento dos propósitos para ensinar os conteúdos específicos no contexto da argumentação científica.

Com base nisso, ao longo do planejamento com PQRF, foram criadas estratégias instrucionais vislumbrando a possibilidade de alinhar os propósitos das professoras polivalentes, ao lecionar o conteúdo evaporação, com os pressupostos que envolvem a argumentação científica.

Dessa maneira, ressaltamos que a exposição de PQRF a discussões de como favorecer o desenvolvimento da prática docente das professoras polivalentes no contexto da argumentação investigativa, promoveu o desenvolvimento do PCKarg desse professor.

Na seção a seguir, serão analisadas as concepções das professoras, acerca do fenômeno de evaporação durante o encontro 1, e o potencial da atividade proposta nesse encontro para fomentar a argumentação.

Com isso foi investigado se as concepções das professoras, a situação-problema e a atuação de PQRF favoreceram o engajamento das professoras polivalentes na argumentação investigativa.

4.3 Análise da Argumentação no encontro 1 da formação em serviço

A seguir apresentam-se os dados obtidos a partir da transcrição e análise do primeiro encontro, para formação em serviço, entre as professoras participantes dessa pesquisa e PQRF.

Conforme citado anteriormente nessa seção será analisado:

- (i) O potencial da atividade desenvolvida no encontro 1 para sondar as concepções das professoras acerca do fenômeno de evaporação.
- (ii) As concepções que essas professoras apresentavam acerca do fenômeno de evaporação nesse encontro.
- (iii) O papel de PQRF na sondagem e no tratamento dessas concepções.

Com isso, pretendeu-se verificar ainda se o grau de dificuldade relacionado a essa e as demais atividades estava adequado ao contexto das professoras polivalentes, tendo em vista que em sua formação os conceitos relacionados a evaporação e conseqüentemente aulas experimentais investigativas, relacionadas a esses tema, não fizeram parte de suas experiências escolares.

É importante destacar que os encontros apresentavam uma estrutura de aula que foi planejada para fomentar a argumentação, de modo que essa possuía os seguintes elementos:

- (i) Exposição de uma situação-problema de nível (IV) - (PELLA, 1969).
- (ii) Refinamento da situação-problema.
- (iii) Apresentação de controvérsia.
- (iv) Reforço da controvérsia.

Destaca-se ainda que, tanto no encontro 1 quanto nos demais encontros, PQRF não forneceu respostas acerca dos conceitos científicos, restringindo-se a fazer questionamentos ou fornecer apenas dados que auxiliam as professoras a manter o processo de argumentação em desenvolvimento. Assim, a partir desse contexto, objetivou-se, determinar:

- 1) Se a atividade da forma como foi planejada e conduzida, por PQRF, favoreceu sondar as concepções das professoras.
- 2) Quais eram concepções apresentadas pelas professoras e sua fonte de origem?
- 3) Quais aspectos da condução de PQRF favoreceram sondar as concepções das professoras?

Inicialmente essa análise baseou-se na detecção de quais concepções alternativas surgiram durante o processo argumentativo. Dessa forma, ao coletar esses dados objetivou-se conhecer as concepções presentes nesse grupo de professoras com a finalidade de (re)planejar os demais encontros e caso necessário adequar as demais atividades ao contexto do grupo.

Objetivou-se ainda expandir o conhecimento de PQRF acerca das concepções das professoras de modo a ampliar o conhecimento desse professor a respeito do conhecimento da compreensão das professoras e consequentemente desenvolver o PCKarg.

4.3.1 As concepções alternativas das professoras polivalentes

As transcrições do encontro 1 foram inicialmente analisadas com a finalidade de detectar as hipóteses que as professoras propunham para explicar os eventos relacionados a situação-problema proposta na atividade 1 da tabela 4.

Os registros em vídeo coletados durante o encontro 1 geraram, na transcrição, 872 turnos. Esses dados foram colocados e analisados seguindo a ordem cronológica por meio da qual PQRF deu voz às professoras durante a condução da argumentação no encontro.

4.3.1.1 As concepções de P2

Conforme verifica-se no turno 1 do episódio interativo 1 após PQRF pedir que P2 apresente sua interpretação do fenômeno P2 apresenta a hipótese de que a temperatura e tamanho das moléculas de ar estão relacionados.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 1

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P2	Então, eu acredito que seja assim. Com o ar, quando ele está mais frio, as moléculas são bem menores, o ar mais frio.
2	PQRF	O primeiro desenho a 1°C?
3	P2	Isso, eu estou falando do 1°C. Então, as moléculas de ar são bem menores, então, elas estão ocupando menos espaço ali, naquela metade, né. Naquela metade está... as moléculas da água que são maiores, eu acredito que seja o contrário. No frio, as de ar são menores e as de água maiores. Por isso que justamente a água seca, por que aí, o que acontece, no 5°C, quando a água está, as moléculas de ar já estão começando a crescer, começando só... as da água vão começar a querer diminuir, entendeu? Eu acho que é ao contrário.
4	P1	O processo inverso do que era no..
5	P2	É. Então, o ar, quando está a 100°C, por exemplo, o ar, a panela está "xixixixi". Então, é que o ar está querendo sair, não tem mais espaço para ele, lá. Então, o que acontece, justamente por o ar já estar com as moléculas enormes querendo sair, as da água são menores, então, bem pequeninhas. Com o aquecimento elas diminuem, a da água. E a do ar, expande. Acredito que seja isso.

Conforme vemos no episódio interativo 1 P2 apresentava a concepção substancialista da matéria (MORTIMER, 1995). Dessa forma, assumia que no momento em que a substância está a baixa temperatura suas moléculas são menores e portanto ocupam menos espaço.

Verifica-se no turno 3 que P2 afirmava que o comportamento das moléculas de ar e das moléculas da água é diferente, quando essas são submetidas a mudanças de temperatura.

Dessa maneira considerava que o aumento de pressão que ocorre quando o ar é aquecido em recipiente fechado se deve ao aumento de tamanho das moléculas. Vemos ainda que P2 admitia haver uma relação diretamente proporcional entre o aquecimento e o aumento no tamanho molecular, das moléculas do ar e inversamente proporcional no aquecimento das moléculas da água na fase líquida.

Nota-se que é a partir dessas concepções que P2 justificava sua interpretação das manifestações macroscópicas presentes no cozimento em água na panela de pressão, conforme observa-se no final nos turnos 3 e 5.

P2 afirmava nesses turnos que a evaporação da água até a secagem completa ocorria devido à diminuição do tamanho das moléculas até seu desaparecimento. Com isso, verifica-se que essa professora desconsiderava a conservação da massa que acompanha o processo de evaporação.

Ressaltamos que, na literatura, concepção semelhante foi encontrada entre estudantes do Ensino Médio a respeito do fenômeno de evaporação. Beltran (1997) ao estudar as representações pictóricas de estudantes acerca da fusão da água detectou que esses desconsideravam que o número de moléculas participantes do processo deveria ser uma preocupação e que esse não deveria mudar ao longo do processo.

Na figura 27 verifica-se as representações pictóricas e os textos feitos por P2 e apresentadas no episódio interativo 1.

Analisando a figura 27 vemos que ao longo do processo de aquecimento não há conservação da massa. Se compararmos o que ocorre com a representação da água e do ar durante o aquecimento veremos que enquanto P2 representava a diminuição e o aumento no tamanho das moléculas a quantidade de moléculas também muda em proporção inversa. Em outras palavras, quando a molécula diminui em tamanho sua quantidade aumenta e vice-versa.

Vemos ainda que nessa concepção não há moléculas de vapor de água em nenhum momento, pois moléculas de água não são representadas acima da fase líquida. Assim, P2 assumia que são as moléculas que compõem o ar que podem sair pela válvula da panela e que esse fenômeno inicia-se apenas a 5°C.

Figura 27. Representação pictórica produzida por P2 no encontro 1.

A 100°C o fenômeno atinge seu ápice e há um aumento de pressão, provocado pelo aumento máximo do tamanho das moléculas que é determinado pelo tamanho do recipiente que as contém.

Observa-se ainda que para P2 em nenhum momento as moléculas de água estão presentes na fase de vapor. Sendo assim, o processo de evaporação se restringe à diminuição no tamanho das moléculas até o seu desaparecimento.

No turno transcrito a seguir identificamos uma das influências nas concepções de P2 que gera a concepção substancialista: *"É só você... quando você está aprendendo a fazer feijão, quantas e quantas vezes você não queima o feijão porque não pôs a quantidade de água?"*

Na comunicação verbal apresentada por P2 nesse turno vemos que essa professora baseava sua interpretação do fenômeno de evaporação em suas experiências vivenciadas em seu cotidiano ao aprender a cozinhar feijão.

Conforme verificamos na literatura (VIENNOT, 1979) esse mesmo fenômeno ocorre com estudantes que terminam o Ensino Médio. Verificou-se que esses, ao iniciar a graduação, possuíam uma gama de concepções alternativas que eram derivadas de suas experiências cotidianas.

No contexto mostrado por P2, a experiência cotidiana de queimar o feijão está diretamente relacionada à concepção substancialista e consequentemente à ideia de

diminuição do tamanho molecular por aquecimento até o desaparecimento da matéria.

Para P2 não colocar a quantidade de água “certa” significava cometer um erro pois essa quantidade deve ser suficiente para compensar o desaparecimento molecular e evitar que o alimento seja queimado.

Ressaltamos que a concepção alternativa de que as moléculas diminuem durante a evaporação também foi recentemente detectada (LEMMA, 2013) entre estudantes e professores do oitavo ano. Com isso, vemos que esse tipo de concepção é recorrente e está relacionada à barreira epistemológica substancialista.

Além disso, desses dados identifica-se ainda que P2 além de interpretar a evaporação a partir de uma concepção substancialista apresentava também a concepção animista. Essa é explicitada nas falas: “as de água vão começar a **querer diminuir**”; “justamente por o ar já estar com as moléculas enormes **querendo sair**”.

4.3.1.2 As concepções de P1

As concepções de P1 a respeito do fenômeno de evaporação são mostradas no episódio interativo 2. Analisando o turno 1 vemos que P1 parte de uma perspectiva diferente de P2. Para P1 o foco era as moléculas de água que estavam apenas na fase gasosa a 1°C. Observa-se ainda que P1 também se baseava na concepção substancialista ao admitir que as moléculas sofrem expansão durante o aquecimento. Nas palavras de P1, ainda no turno 1, nota-se a conceituação de moléculas e de sua expansão no processo de aquecimento tinha sido adquirida recentemente.

Cabe ressaltar que quando foi perguntado a P1 qual era a origem dessa concepção essa afirmou que esse conhecimento surgiu durante a aula de laboratório dada por PB.

Observando as transcrições das aulas ministradas no laboratório para os estudantes de P4 e conseqüentemente para os estudantes das demais participantes desta pesquisa, verificamos a presença dessa concepção alternativa nas falas de PB conforme discutimos no episódio interativo 9 do item 3.3.2.2.

Nesse episódio vemos a argumentação que gerou a concepção citada por P1 no turno 1 do episódio 2. Vimos que PB procurava desenvolver um argumento de modo a provar para aos estudantes que as moléculas de ar ao serem aquecidas aumentam de volume. Isso foi feito empregando a atividade 3, descrita no item 3.1.2 mostrada na figura 21.

Como no episódio interativo 9 PB discutiu o que ocorre com as moléculas de ar durante o aquecimento, com base nesses dados, podemos inferir que P1 aplicou essa mesma concepção para explicar o comportamento das moléculas de água. Assim,

afirmamos que aula de PB foi geradora da concepção substancialista mostrada por P1 no turno 1.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 2

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P1	Eu parti, eu acho que, da molécula de ar, que até há pouco atrás nem molécula de ar eu sabia. Então, eu fiquei sabendo faz pouco tempo. Eu sabia que tinha ar, mas não que eram moléculas que quando aqueciam, elas expandiam. Então, acho que eu fui, o que eu desenhei, o que eu reproduzi aqui foi mediante a esse conceito que eu aprendi faz pouco tempo. Então, nessa panela, eu não pensei como ela de ter a água e o ar. Eu pensei na água, aí pensei temperatura 1°C e as moléculas estão pequenas porque a temperatura é baixa, elas estão pequenas e não tem moléculas de água na parte onde não tem água, só tem na água. Aí com 5°C, como a temperatura vai aumentando, conforme a temperatura vai aumentando, essas moléculas de água vão ocupando espaços, de água, vão ocupando espaços onde seriam as moléculas de ar e...
2	P4	Porque elas estão evaporando. Se elas, elas tem que subir para ocupar espaço lá, assim.
3	P1	As moléculas de água? Então, mas se elas vão... (Interrompe a fala com risos)
4	PQRF	Isso é que é interessante. É aí que o conhecimento é construído. (PQRF se refere a discussão que P1 e P4 começam a estabelecer procurando incentivar o processo)
5	P1	Se elas vão... eu pensei assim, olha, por exemplo. Até no meu desenho eu coloquei, que quando a temperatura está muito alta a 100°C, ela ocupa todo o espaço... só que porque, porque está em ebulição lá, está fervendo. Então, não evaporou totalmente porque ela está ocupando todo o espaço.
6	P2	Ela quer sair.
7	P1	É, ela está querendo sair. Aí eu acho que já misturou tudo, água, ar e molécula e todo mundo, está tudo junto e misturado.

Além disso, observando a figura 28 verificamos que as concepções mostradas tanto por PB quanto pelos estudantes nos turnos do episódio interativo 3 estão presentes nas representações pictóricas de P1.

Figura 28. Representação pictórica produzida por P1 no encontro 1.

Observando a representação a 1°C notamos que P1 desenhou moléculas relativamente pequenas e separadas. Assim, observa-se que essa representação está alinhada com a argumentação que PB desenvolveu entre os turnos 3 e 6 do episódio interativo 9.

P1 explicou seu desenho afirmando que como a temperatura é baixa, as moléculas de água não poderiam ficar acima da água, da mesma forma como PB conduz a produção do argumento para o comportamento do ar no episódio 9.

Da mesma forma como constatamos com P2, nas representações de P1, não houve uma preocupação em representar a conservação de massa que acompanha o processo.

Vemos que com o aumento de temperatura há um aumento na quantidade de matéria, pois o número de partículas representadas aumenta com o aumento de temperatura. Além disso, do mesmo modo como afirmado por PB verificamos na figura 28 que o distanciamento molecular sofre diminuição à medida que a temperatura aumenta.

Assim, observamos que essas representações estão alinhadas com o que é apresentado por PB entre os turnos 8 e 13 no episódio interativo 9. Nesse contexto, verificamos que as concepções de PB foram incorporadas na fala de P1 devido à sua formação incipiente em Ciências e por PB no grupo ser vista como uma representante do discurso científico.

Além disso, vemos que P1 corrobora a concepção expressada por P2 no turno 6. Pode-se constatar então, a partir desses dados, que P1 também apresenta a concepção animista de que as moléculas sob aquecimento querem sair do recipiente que as contém.

4.3.1.3 As concepções de P3

No episódio interativo 3 observa-se as concepções apresentadas por P3 no encontro 1. Nota-se que essas estão alinhadas com as concepções mostradas por P1 no episódio interativo 2.

Apesar das concepções de P1 e P3 estarem alinhadas entre si e com as concepções mostradas por PB, vemos no turno 1 que há uma diferença entre essas concepções conforme também pode ser observado na figura 29.

P3 considerava haver movimentação molecular a 1°C enquanto, P1 e P2 desconsideram esse fato em seus argumentos. Mesmo assim nota-se que P3

empregava a concepção substancialista para explicar o fenômeno uma vez que assumia que as moléculas mudavam de tamanho com o aquecimento.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 3

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P3	Eu pensei a mesma coisa que a P1, porque eu, eu desenhei... você vê, sem a gente se conversar, sem a gente se falar, eu fiz um desenho assim, olha. A primeira, para mim, a 1°C, eu coloquei assim no meu desenho... as moléculas estão pequenas e aí começa aquela leve agitação. Aí na, no segundo, a 5°C, eu fiz aqui olha, as minhas moléculas, elas começam a... aí começa a entrar em ebulição, a borbulhar. Aí eu coloquei a 25°C, eu coloquei... que as moléculas dentro da água, elas começam a aumentar mais e começam a borbulhar mais forte e aumentar de tamanho. E a 100°C, eu coloquei aqui olha, elas borbulham, eu fiz até o desenho do vapor, esse aqui também.
2	PQRF	No seu desenho tem vapor a 25 e 100 graus?
3	P3	Sim, só que aqui começa a aumentar, fica muito, fica mais forte.
4	P4	(inaudível)
5	P3	E aqui, está vendo, as moléculas aumentam o tamanho.

Analisando o texto abaixo dos desenhos na figura 29, é possível inferir que P3 admitia que o borbulhamento era resultado do aumento do tamanho molecular. Isso pode ser identificado nos textos para explicar os desenhos 2, 3 e 4. Em todos esses textos P3 relacionou o aumento do tamanho das moléculas com o borbulhamento de modo que em sua visão havia uma relação proporcional entre o aumento no tamanho das moléculas e velocidade com que o borbulhamento ocorre.

Além disso, analisando as representações para a água a 25 e 100°C vemos que P3 considerava haver a presença de vapor de água apenas nessas temperaturas. Observa-se ainda que diferentemente do que foi proposto por P1 e P2, na proposta de P3, para representar o vapor, foram empregados riscos em formato curvilíneo.

Figura 29. Representação pictórica produzida por P3 no encontro 1.

Com isso, é possível inferir que P3 considerava que o vapor de água era estruturalmente diferente da água na fase líquida. Perguntada a respeito de por que

representou o vapor de água como se vê na figura 29 afirmou: *"eu desenhei assim porque é o que eu vejo quando estou cozinhando. Eu vejo essa fumacinha saindo da panela... então foi por isso."*

Ressalta-se que cerca de dois anos após P3 produzir a representação pictórica mostrada na figura 29 lhe foi solicitado que explicasse de que modo ela imaginava a estrutura das moléculas no vapor. A partir dessa pergunta respondeu: *"eu acreditava que as moléculas no vapor eram completamente diferentes das moléculas de água. Embora eu não soubesse como elas eram eu achava que eram diferentes."*

A ideia de que as moléculas de água mudam durante a evaporação também é encontrada na literatura (STAVY, 1990). Esse pesquisador, estudando as interpretações dos estudantes para os fenômenos de mudanças de fases, verificou que esses tinham dificuldade de conceituar que gás é uma substância e que muitos estudantes acreditavam que um gás era mais leve que o líquido e, portanto, era quimicamente diferente desse.

Analisando ainda a figura 29, nota-se que P3 apresentava ainda outra concepção alternativa encontrada na literatura (CANPOLAT, 2006). Conforme foi detectado por esse autor, estudando as concepções alternativas de graduandos relacionadas a evaporação e pressão de vapor, sete concepções foram encontradas. Dentre essas está a concepção mostrada por P3.

P3 associava a evaporação com o borbulhamento. Assim como os estudantes investigados por Canpolat (2006) P3 admitia que o processo de evaporação somente iniciava-se quando o líquido é aquecido até que o ponto de ebulição fosse atingido. Vemos também na figura 29 que, para P3, isso deveria ocorrer a 2°C.

4.3.1.4 As concepções de P4

Na análise das concepções de P4 detectou-se que essa professora partiu de uma perspectiva diferente ao interpretar a situação-problema. Verifica-se que apenas P4 considerava haver evaporação a 1°C e que essa evaporação estava relacionada com a movimentação molecular que ocorre nessa temperatura conforme observa-se no episódio interativo 4.

Nota-se ainda que essa professora é a única que considerava que as moléculas de água não sofreram transformação durante o processo de evaporação conforme observa-se nos turnos 7 e 9.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 4

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P4	É assim, olha, o que eu pensei. Mesmo aqui (P4 aponta no desenho a representação a 1 °C) tem evaporação. Porque você... quando põe um copo tá evaporando, mesmo não tendo, mesmo na temperatura ambiente, eu não sei se esse 1°C aqui.. Qual a temperatura ambiente? É, 27 graus, não é? Não é verdade? 30, depende.
2	PQRF	É. Pode considerar 25°C, acho que uma temperatura legal.
3	P4	Eu acho que a 1 grau, não sei, pode ser que ainda tenha, porque tem movimento da molécula.
4	P1	Não, mas agora eu fiquei em dúvida. A gente está falando da evaporação ou a gente está falando onde que está a molécula de ar? Se ela está na água ou se ela está na, de água, se ela está na água ou se ela está na parte sem água?
5	P4	Não... ela está na água, então, para mim..
6	PQRF	Mas você não acha que as duas coisas estão ligadas?
7	P4	É. Então, a evaporação é moléculas de água que evaporou. Não é? O que vai ter lá? Molécula de água.
8	PQRF	Legal. Agora deixa eu te perguntar.
9	P4	Do mesmo jeito só que em forma de vapor.
10	PQRF	O que você poderia... você poderia propor algum experimento, P4, para apoiar essa sua ideia? Por exemplo, você deu o exemplo do copo agora.
11	P4	É. O copo está a temperatura ambiente, mas está evaporando. Certo? Depende da temperatura ambiente, ele vai evaporar mais ou menos, essa água.
12	PQRF	Isso. Essa é uma ideia.
13	P4	Se a temperatura está baixa..
14	PQRF	As amigas concordam? As professoras concordam?
15	P3	Entendi.
16	P4	Se a temperatura está baixa, vai evaporar menos. É como a roupa no varal, está temperatura mais baixa, evapora menos, seca mais devagar. A temperatura está mais alta, maior evaporação, seca mais rápido. (P3 concorda balançando afirmativamente a cabeça)
17	P3	É.
18	P4	Eu pensei assim.
19	PQRF	Legal.
20	P4	Agora, eu pensei... tem coisa que eu não tenho certeza. Eu acho assim, por exemplo, quando está aqui a 1 grau, eu acredito que seja uma, a movimentação das moléculas ela não é, não há tanta agitação. É porque toda essa agitação dessas moléculas está dependendo de quanto está a temperatura.
21	P3	Entendi.
22	P4	...está relacionado à temperatura. Porque, por isso que você (Referindo-se diretamente a PQRF) pôs diferentes temperaturas. Conforme vai aumentando a temperatura, isso, as moléculas, elas se agitam porque a temperatura aumenta, há aumento de energia, elas se expandem e vão exercendo pressão, força. Para mim, pressão é força aqui. Força e pressão... na panela. Depois aqui tem maior agitação ainda, né, elevou muito mais a temperatura. E aqui é mais ou menos o que ela falou, está quase assim, eu não sei quanto faz explodir uma panela, mas aqui a força é muito grande nas paredes. E escuta, essa água vai sempre ficar pela metade? (Perguntando a PQRF)

Isso também pode ser visto nas representações pictóricas uma vez que em todos os desenhos na fase líquida e acima dessa P4 emprega bolinhas para representar as moléculas de água de modo a mostrar que essas não sofreram mudanças. Observa-se ainda que P4 admite que a taxa de evaporação é proporcional à temperatura do líquido e conseqüentemente à agitação molecular.

Na figura 30 vemos a representação pictórica de P4 e nessa a relação entre a evaporação e a temperatura do líquido.

Na representação pictórica da figura 30, pode ser verificado a ênfase que P4 dá à importância da temperatura no processo de evaporação. Deve-se observar um fato importante que surge de comparar os dados da figura 30 com as transcrições no episódio 5.

No texto abaixo do desenho para 100°C, notamos que P4 cita que há expansão das moléculas de vapor de água, mostrando que essa professora também apresentava a concepção substancialista mostrada por PB. Prova disso é que as moléculas de água desenhadas a 100°C são bolinhas maiores do que as que estão desenhadas na fase líquida.

Figura 30. Representação pictórica produzida por P4 no encontro 1.

Além disso, no desenho ocorre um aumento no número de setas indicativas de movimentação molecular e também um aumento do número de moléculas na fase gasosa. Assim nota-se que P4 também desconsiderava a conservação de massa que acompanha o processo de evaporação.

Analisando o texto produzido para explicar os desenhos da panela a 5°C e a 25°C e os turnos 20 e 22, é possível inferir que P4 não fazia uma conceituação adequada do significado de temperatura. Isso ocorre porque em suas explicações o aumento de temperatura é colocado como o causador da agitação molecular.

Nesse contexto é a partir do aumento de temperatura que as moléculas se agitam. Assim P4 mostrava não entender que a temperatura é apenas uma medida do grau de agitação molecular, sendo assim, não pode ser a causa de uma maior agitação molecular.

Com isso conclui-se que embora P4 analisou a situação-problema de uma perspectiva mais alinhada com a concepção científica, ainda possuía lacunas em seu conhecimento que eram preenchidas com concepções alternativas e com a concepção substancialista da matéria.

Ressaltamos que o conhecimento das concepções surgidas no encontro 1 refinaram o conhecimento de PQR e de PQ acerca da compreensão das professoras e causaram influencia no (re)planejamento das estratégias instrucionais e nos procedimentos adotados no encontro 2.

No quadro 10 vemos uma síntese das concepções encontradas no encontro 1 que causaram influencia no (re)planejamento do encontro 2 e o conhecimento científico que vai de encontro com a respectiva concepção alternativa.

Dentre as quatro professoras apenas P4 teve acesso a aulas, durante o ensino médio, em que conceitos científicos foram discutidos conforme verifica-se na transcrição a seguir: *Isso... eu fiz científico naquela época... porque tinha clássico, científico e o normal. Eu fiz científico. Eu acho que se eu tivesse tido um amparo maior, ali naquele momento nessas Ciências exatas eu conseguiria até me sair melhor e conseguiria até fazer meu curso de medicina quem sabe. Teria me facilitado demais. Então, mais de toda forma, todo conhecimento adquirido é muito bom. Mesmo que ele seja um conhecimento totalmente ali, o professor na lousa falando alguma coisa sempre fica na sua cabeça, alguma coisa sempre você adquire. Mas foi uma trajetória assim com muitas dificuldades, eu estudava muito pra ter notas boas. Você quer perguntar mais alguma coisa nesse momento?*

Embora P4 faça críticas ao tipo de abordagem de aula galgada na transmissão de conhecimento admite que mesmo assim adquiriu algum conhecimento nas aulas de Ciências. Assim, verifica-se que P4 foi exposta a alguns conceitos científicos durante sua formação básica e que esses foram resgatados na interpretação da situação-problema do encontro 1.

Nas entrevistas verificamos que as demais professoras não tiveram acesso a conceitos de Química e Física em sua formação básica conforme também citado por P1 no episódio interativo 1 do item 3.3.1. Nota-se, no início desse episódio, que P1 afirma que até pouco tempo antes do encontro 1 desconhecia a existência de moléculas de ar devido sua formação incipiente em Ciências.

Nesse contexto vemos que P1 chegou à sala de aula tendo de lecionar ciências sem ter tido uma formação que lhe desse subsídios para lecionar conceitos científicos. Vemos também que no Ensino Médio não teve contato com os conceitos básicos de Química e que essa professora alega que seus conhecimentos da Química ministrada no Ensino Médio são restritos a apenas conhecer a existência da tabela periódica sem a possibilidade de explorar os conceitos relacionados a essa.

Quadro 10. Síntese das concepções alternativas surgidas no encontro1.

Professora	Concepções alternativas	Conhecimento científico
P1	A 1°C não ocorre a evaporação da água por falta de energia.	A partir de 0°C, na pressão ambiente, as moléculas de água possuem energia cinética molecular média para haver a formação de vapor de água.
	Com o aquecimento as moléculas de água sofrem expansão e ocupam maior espaço no recipiente.	O aquecimento é o aumento da energia cinética molecular média. Esse aumento de energia não provoca expansão ou contração molecular.
	Devido ao aquecimento as moléculas querem sair do recipiente que as contém.	Moléculas não possuem vontades, desejos etc. Seu comportamento é fruto da relação entre a energia cinética molecular e as forças de atração e repulsão que se estabelece entre essas.
P2	Com o aquecimento as moléculas de água sofrem uma diminuição de tamanho e as moléculas de ar se expandem.	O aquecimento é o aumento da energia cinética molecular média. Esse aumento de energia não provoca expansão ou contração molecular.
	Durante a evaporação da água as moléculas desaparecem.	Na evaporação há conservação de massa. A fase de vapor formada no processo não é visível.
	O aumento de pressão que ocorre durante o aquecimento do ar encapsulado se deve a expansão de cada molécula de ar. Essa expansão pressiona as paredes internas do recipiente gerando o aumento de pressão.	O aquecimento é o aumento da energia cinética molecular média. Isso provoca o aumento no número de colisões entre moléculas e entre essas e o recipiente que as contém. O aumento de pressão é resultado do aumento no número de colisões.
	Moléculas querem diminuir de tamanho e querem sair do recipiente que as contém.	Moléculas não possuem vontades, desejos etc. Seu comportamento é fruto da relação entre a energia cinética molecular e as forças de atração e repulsão que se estabelece entre essas.
P3	As moléculas de água entram em ebulição a 5°C nas condições ambientes e o borbulhamento é proporcional à expansão molecular.	A ebulição ocorre quando a pressão de vapor do líquido se iguala à pressão do ambiente que o contém.
	Com o aquecimento as moléculas de água sofrem expansão e ocupam maior espaço no recipiente.	O aquecimento é o aumento da energia cinética molecular média. Esse aumento de energia não provoca expansão ou contração molecular.
	Moléculas na fase líquida são diferentes de moléculas na fase de vapor.	Durante a evaporação as moléculas na superfície do líquido, com energia suficiente para vencer as forças de atração intermolecular, passam à fase de vapor. Esse processo não provoca transformação da matéria.
	Evaporação é um processo que ocorre somente quando o líquido é aquecido.	A partir de 0°C, na pressão ambiente, as moléculas de água possuem energia cinética molecular média para haver a formação de vapor de água.
P4	Com o aquecimento as moléculas de água sofrem expansão e ocupam maior espaço no recipiente.	O aquecimento é o aumento da energia cinética molecular média. Esse aumento de energia não provoca expansão ou contração molecular.
	Aumento de temperatura provoca aumento de agitação molecular.	A temperatura é a medida do grau de agitação molecular. Se as moléculas possuem maior grau de agitação, medindo a temperatura observa-se um valor maior.

Outro dado importante surge no episódio interativo 5. A partir do turno 1 verificamos que quando P1 é perguntada acerca da formação das pessoas que ela conhece e que ministram aulas de Ciências, nota-se que P1 acredita que, assim como ela, muitas professoras não tiveram Química e Física na sua formação básica ou tiveram uma formação deficiente.

Ao longo do episódio nota-se que P1 confirma conhecer professoras que fizeram sua mesma caminhada durante suas formações para o magistério, afirmando

que muitas professoras lecionando Ciências não tiveram contato com essa disciplina tanto durante sua formação básica quanto ao longo do curso de pedagogia.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 5

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Entendi, eu acho que você consegue, mas. É muito interessante isso, porque a trajetória de muitas pessoas, não sei, se muitas pessoas aí, você conhece mais pessoas que lecionam para o Fundamental I. Me parece que a trajetória das pessoas, elas tem mais ou menos o mesmo, o mesmo caminho.
2	P1	A mesma linha.
3	PQ	A mesma linha. Então, não vai ser difícil eu encontrar professoras, por exemplo, que nunca tiveram aulas de Química no Ensino Médio.
4	P1	Não.
5	PQ	Vai ser fácil.
6	P1	Muito fácil. (Movimentando a cabeça enfatizando sua resposta.)
7	PQ	Ou seja, a maioria das pessoas que dão aula de Ciências hoje..
8	P1	Muito mais fácil do que você talvez imagina. (Risos)
9	PQ	Imagina. As pessoas que estão dando aula de Ciências hoje não tiveram Ciências.
10	P1	Não. Não.

É importante destacar que na literatura encontramos dados que corroboram as afirmações de P1. Com base nesses dados vemos que a formação dos professores para o ensino de Ciências apresenta problemas.

Ducatti-Silva (2005) aponta que o professor termina o curso de Magistério e a licenciatura em Pedagogia, de modo geral sem a formação adequada para ensinar Ciências. Destacamos que esse mesmo problema de formação foi identificado em maior ou menor grau com todas as participantes dessa pesquisa.

Conforme observamos na entrevista com P3, essa professora afirmou ter tido acesso aos conteúdos de Química até a oitava série da mesma forma como relatado por P1. Assim, pode-se inferir que a maioria dos conteúdos de Química que auxiliariam P1 e P3 em suas aulas de ciclo da água não foram vistos por essas professoras no Ensino Médio e não poderiam ser empregados para planejar suas aulas, avaliar incorreções no material didático escrito e identificar as concepções enganosas presentes na fala de PB, das demais professoras e dos seus alunos.

Concluimos com isso que os cursos de Pedagogia frequentados por essas professoras não abordaram os conteúdos de Ciências que essas lecionam na polivalência e que nesse sentido contribuíram com a formação incipiente das professoras nessa área.

Nesse sentido Hamburger (2007) tem apontado algumas contradições nos cursos superiores de formação de professores para as séries iniciais no Brasil que se ajustam aos dados encontrados no presente trabalho como vemos a seguir:

Entretanto, em vez do Curso Normal superior previsto na lei, foi adaptado o antigo curso de Pedagogia, que se destinava a formar técnicos universitários em administração escolar mais do que

professores. O resultado é que não há, atualmente, estrutura legal nem cursos adequados para uma boa formação dos professores das séries iniciais, talvez os mais importantes na educação das crianças! Para o ensino de Ciências, a situação não parece ter melhorado com a exigência de nível superior; os futuros professores continuam aprendendo muito pouca ciência e têm dificuldade de tratar temas científicos em aula.

Analisando o quadro 10 verifica-se que essas quatro professoras apresentaram ao menos nove concepções alternativas. Foram detectadas as concepções que classicamente estão relacionadas a constituição da matéria (concepções animista e substancialista) (MORTIMER, 1995) e outra que denominamos concepção alternativa de causa e efeito. Na tabela 10 encontra-se uma breve descrição dessas concepções, sua classificação e a relação com as professoras que as apresentaram.

Tabela 10: Classificação das concepções encontradas no encontro 1.

Concepção	Classificação	Professora
Durante o aquecimento ocorre expansão molecular.	Concepção substancialista	P1, P2, P3 e P4
Em condições ambientes é necessário aquecer um líquido para haver evaporação.	Concepção alternativa de causa e efeito	P1, P2 e P3
Moléculas possuem desejos e necessidades.	Concepção animista	P1 e P2
Na evaporação ocorre o desaparecimento molecular.	Concepção substancialista	P2
A expansão molecular no aquecimento provoca o aumento da pressão interna do recipiente.	Concepção substancialista	P2
Ebulição inicia-se a 5°C.	Concepção alternativa de causa e efeito	P3
A evaporação transforma a matéria.	Concepção substancialista	P3
Ebulição ocorre devido à expansão molecular.	Concepção substancialista	P3
Aumento de temperatura causa aumento da agitação molecular.	Concepção alternativa de causa e efeito	P4

Da análise desse material foi encontrada como principal concepção enganosa a ideia de que as moléculas do material durante o aquecimento sofrem um aumento de tamanho. Essa concepção é encontrada em vários turnos e é compartilhada pelo grupo. Além disso, verificamos que essas professoras também consideravam que o ar é uma molécula.

Verificamos que essa concepção estava presente na fala das quatro professoras em diferentes momentos da argumentação. Assim, a concepção substancialista (MORTIMER, 1995) de que o aumento macroscópico do volume é o resultado de um aumento microscópico das moléculas foi acomodada ao repertório conceitual das quatro professoras.

Embora outros fatores possam estar relacionados ao desenvolvimento dessa concepção nas professoras, com base nos dados obtidos analisando as aulas de

laboratório ministradas por PB, verificamos que o discurso dessa professora promove e reforça essa concepção entre as professoras.

Destacamos que durante o encontro 2 da formação em serviço PQRF conduziu a atividade investigativa de modo a favorecer com que as professoras discutissem e revessem essa concepção.

Conforme veremos na análise do encontro 2, a situação complexa de ter de levar as professoras a discutirem e reverem suas concepções alternativas sem dar a resposta contribuiu não somente para desenvolver o PCKarg de PQRF com também o conhecimento do conteúdo específico desse professor.

4.3.2 A estrutura da atividade 1 e a condução de PQRF na sondagem de concepções alternativas

Na tabela 4 podemos identificar quais são os principais aspectos relacionados à estrutura da atividade 1. Vemos que essa atividade foi estruturada para coletar dados a respeito das concepções que as professoras tinham acerca da evaporação da água. Para isso empregou-se como estratégia de sondagem a produção de representações pictóricas de textos explicativos acerca do fenômeno de evaporação da água em um sistema fechado a 1°C, 5°C, 25°C e 100°C, conforme se observa no episódio 6.

No turno 1 PQRF solicitou que as professoras fizessem quatro desenhos de painéis de pressão contendo água em temperaturas diferentes. Assim, deveriam fazer quatro desenhos representando a disposição das moléculas, no mundo microscópico, em cada uma das temperaturas relacionadas no turno 1.

Além disso, solicitou-se produzir pequenos textos que explicassem cada um dos desenhos. Com isso vemos que a atividade 1 apresentava uma estrutura simples de sondagem da concepção das professoras. É possível verificar no turno 11 que PQRF com base nessa estrutura identificava o objetivo da atividade.

No turno 10 P1 procurou obter uma informação de PQRF que é identificada como sendo importante na sondagem das concepções das professoras. Desse modo, como os objetivos de PQRF estavam alinhados com a sondagem das concepções prévias, no turno 11, respondeu ao questionamento de P1 afirmando que a atividade foi feita com o propósito de conhecer as ideias das professoras. Esse alinhamento de objetivos também pode ser visto no episódio 7.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 6

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Vamos lá. Já pode? Então, como eu dizia, professoras, a proposta agora é fazer a representação pictórica do que é proposto para o nosso... para nossa sequência didática. Então, o que eu vou pedir para as professoras... para fazer quatro desenhos cada um representando uma panela de pressão contendo água a quatro temperaturas diferentes, a 1°C, a 5°C, a 25°C e a 100°C. Só que vocês têm que fazer um desenho imaginando que a panela de pressão está com água até a metade... nessas temperaturas. Então, produzam quatro desenhos.
2	P4	Mas eu desenho aonde? Aqui? Aqui no papel?
3	PQRF	As professoras vão desenhar aí no papel.
4	P3	Será que tem sulfite colorida?
5	PQRF	E também será pedido para produzir um breve texto explicando o seu desenho.
6	P3	Eu não entendi! (P3 sorri enquanto P1 se volta para P3 sorrindo também)
7	PQRF	Você não entendeu?
8	P3	Não.
9	PQRF	Você vai precisar fazer quatro desenhos. Um desenho, você vai desenhar uma panela de pressão contendo água a 1°C, a essa temperatura.
10	P1	Partindo do princípio que zero estaria desligada. É isso?
11	PQRF	É! Zero estaria desligada? Então, é justamente o que nós vamos sondar a sua concepção prévia.
12	P1	Então.. A Gente..
13	PQ	Então deixa eu fazer uma intervenção. A pergunta é... você coloca lá as panelas, você desenha as panelas com água até a metade. Como é que ficam as moléculas?
14	P1	Ah tá.
15	P4	Tá.
16	PQRF	As moléculas da água. Elas ficam na água? Em cima da água? Na fase líquida, na fase vapor. Como é que ficam as moléculas? Vocês podem usar bolinhas para desenhar as moléculas. Então, quer dizer, a ideia é mostrar como nessas diferentes temperaturas como estariam dispersas as moléculas lá dentro. Só na água, na água e no vapor, só no vapor. Como? Como você desenharia essas moléculas? E aí você tem de produzir um texto para explicar cada desenho. Um pequeno texto com poucas linhas. A 1°C, a 5°C, a 25°C e a 100°C.

Ainda em relação ao episódio 6 destacamos ainda que no turno 16 PQRF emprega uma fala que induz as professoras ao erro além de ser uma concepção substancialista. Para ele somente a fase líquida é água.

Ao perguntar se as moléculas estariam na água ou na água e no vapor também mostra analisar a situação-problema a partir de uma perspectiva substância. Nesse contexto PQRF não concebia que sua fala estava carregada da concepção enganosa de que somente o líquido é água.

No episódio interativo 7 vemos que PQRF tinham claros os objetivos com aquela atividade e qual deveria ser seu papel a partir desses objetivos.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 7

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P1	É... tipo, quando esquenta. Eu estou pensando comigo mesma. Tem moléculas de ar em todos os lugares. Quando esquenta incha e ocupa mais espaço e isso que faz expandir e levantar. A minha dúvida é se nesse espacinho aqui onde tem água (apontando para seu desenho), se tem as moléculas de ar elas incham, incham, incham e sobem ou se elas só ficam aqui? Eu não sei se elas estão aqui e aqui ou se elas estão só aqui. Entendeu? (P1 sorri para PQRF)
2	PQRF	É justamente o que eu não posso dizer. Na verdade a ideia é sondar o que vocês acham. As concepções prévias. Gente, aí não é se preocupar com o que é certo ou errado. É assim mesmo.
3	P4	Não é fácil isso.
4	PQRF	Vocês são livres para pensar em qualquer concepção. O que vocês pensam. A ideia é sondar concepção prévia. Então eu quero que vocês pensem.

No turno 1 P1 procura fazer com que PQRF lhe forneça o conteúdo conceitual necessário para interpretar a situação-problema. PQRF responde ao questionamento de P1 afirmando que responder sua pergunta invalida a atividade pois, com essa, objetivava-se sondar as concepções das professoras.

Vemos na sequência do turno 2 que PQRF procurava fazer com que as professoras rompessem com a cultura do certo e errado em que o erro é algo indesejado. Com esses dados podemos observar qual era a concepção de PQRF a respeito dos procedimentos metodológicos para sondar as concepções prévias das professoras.

Nota-se no turno 4 que as professoras receberam a liberdade intelectual para pensar e explicitar qualquer concepção que julgassem importante. Dentro da atuação de PQRF identificamos no mesmo dois aspectos que favorecem a sondagem das concepções da professoras, elencados a seguir:

- a) Não responder aos questionamentos.
- b) Combater a cultura anti-erro.
- c) Dar liberdade intelectual.

Ao longo de todo episódios são identificados turnos em que PQRF não responde aos questionamentos das professoras. PQRF justificou esse procedimento como sendo parte de um procedimento relacionado a um objetivo maior. A seguir estão transcritos alguns desses turnos:

[...] Isso, as de água. Então você tem lá, metade da panela com água, tampou, está a 1°C, como é que ficam as moléculas? Só na água ou na água do vapor? Nos... Entendeu? E aí a gente, a gente, depois vocês dão os desenhos e a gente interpreta. Ou seja, a gente não vai dar resposta para ele agora.

*[...] Exatamente. Pensando. Muito bom isso. Sem dar resposta, ou seja, **a concepção de vocês é importante**, não está errado ou certo. Entende? É só a concepção de vocês... **Se der a resposta, acaba.***

[...] Foi duro para mim quando eu comecei com essa coisa, mas já fizeram isso comigo.

No contexto explicitado nos turnos acima vemos que o principal objetivo é saber como as professoras pensam acerca do que ocorre no mundo microscópico durante a evaporação. Vemos ainda que PQRF aliviou a tensão que as professoras podiam ter em produzir representações e textos que podem ser considerados “errados” e serem mal avaliadas por conta disso.

É com base nesses dados que afirmamos que PQRF no papel de formador, atuou de modo a favorecer a sondagem das concepções prévias das professores não respondendo aos questionamentos, evitando “contaminar” a sondagem com suas

impressões conceituais ou extinguindo a discussão fornecendo a resposta certa mascarando os dados.

Notamos ainda que procurou aliviar a tensão provocada nas professoras pelo ato de sondar suas concepções. Isso foi feito ao longo da sondagem combatendo a cultura anti-erro.

Cabe ressaltar que, conforme vemos nas entrevistas, as professoras participantes desse trabalho possuíam sentimentos negativos a respeito do erro, considerando-o indesejável em sala de aula.

Vemos isso no momento em que essas se referiam às suas *performances* escolares durante a formação básica e formação incipiente, durante a graduação, para dar aulas de Ciências.

Como nas entrevistas identificamos que as professoras abominavam o erro, o procedimento de PQRF gerado pela cultura anti-erro contribuiu para favorecer a sondagem das concepções prévias nesse grupo.

Ao dar liberdade intelectual para as professoras, conforme vemos no turno 4 do episódio interativo 7, PQRF além de novamente aliviar a tensão acerca do erro favorece que as professoras se sintam livres para explorar suas ideias, registrá-las por escrito e explicitá-las ao longo do processo de argumentação. Com nisso, conforme vemos no quadro 10 foram detectadas nove concepções entre as professoras.

Ao longo do encontro identificamos que fazer as professoras refletir acerca do mundo microscópico, desenhar, produzir textos e discutir acerca desses favoreceu sondar as concepções das professoras bem como aprofundar o conhecimento dessas. É também nesse sentido, que afirmamos que a estrutura dessa atividade favoreceu a sondagem das concepções.

Assim, PQRF optou por não responder a questionamentos dessa ordem e, conforme nota-se no turno 16 do episódio 6, (re)explicar o conteúdo da atividade. Dessa maneira vemos que possuía os conhecimentos de procedimentos de sondagem.

Fez parte também da estrutura dessa atividade a socialização dos desenhos e textos de modo a favorecer a argumentação e expandir a compreensão a respeito das concepções apresentadas.

No episódio interativo 8 observa-se que a estrutura da atividade faz com que as professoras tenham de refletir acerca de suas concepções e as conduz ao conflito conceitual conforme relata P1.

No turno 4 P1 relata estar vivendo um conflito conceitual ao citar a expressão cotidiana – o que nasceu primeiro, o ovo ou a galinha – para uma dúvida que, para essa professora, parece insolúvel. Com isso, no turno 5 PQRF explicou que esse

processo também foi vivido por ele durante suas experiências prévias com argumentação científica.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 8

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Mas, é, desenha aí, desenha aí.
2	P4	A força está ganhando.
		P1 interrompe a produção do desenho e põe a mão na cabeça e começa a sorrir.
3	PQRF	É difícil desenhar, né (Se referindo diretamente a P1). Desenhar uma ideia é difícil, realmente.
4	P1	Não, engraçado que eu comecei... eu estou começando a me fazer várias perguntas tipo “o que nasceu primeiro, o ovo ou a galinha?”. Aí você fica pensando... (Risos)
	PQRF	P1, mas isso é muito bom. Na última experiência que eu tive com esse trabalho, meu grupo estava fazendo, né, o PQ também estava lá. Teve um momento que eu estava falando e eu me refutei. Eu estava desenvolvendo uma tese e na minha cabeça eu estava, já produzi uma refutação para o que eu estava falando. Isso vai acontecer com vocês também (Tanto P1 quanto a demais professoras balançam a cabeça afirmativamente enquanto PQRF falava). Precisa produzir uma linha de raciocínio, daí sua amiga fala alguma coisa e ela acaba atuando nas sua zona de desenvolvimento. Na ZDP do Vygotsky. E aí, você acaba...
5		
6	P2	Mudando.
7	PQRF	Mudando de opinião e construindo uma outra tese. E geralmente a tese que foi construída posterior, é muito melhor porque o grupo é sempre mais inteligente que uma pessoa.

Observa-se que PQRF afirmou também que é possível até mesmo auto-refutar uma ideia inicial por meio da reflexão. Nota-se que, nessa concepção a auto-refutação é um processo dinâmico que pode ocorrer ainda durante o momento em que se está apresentando uma ideia.

Ou seja, segundo essa concepção, mesmo durante a apresentação de uma ideia é possível encontrar um ponto falho em um argumento e mudar de ideia. Assim, conforme nota-se no turno 4 além da estrutura da atividade 1 favorecer a reflexão e a proposição de ideias acerca do conteúdo, o potencial para isso também foi reconhecido pelas professoras.

Por outro lado, reafirmamos que PQRF mostrou possuir o conhecimento de como avaliar a compreensão dos estudantes e qual deve ser seu papel – como formador – durante o processo de sondagem, encorajando a apresentação de ideias e desencorajando a cultura anti-erro.

Contudo, cabe destacar que as concepções de PQRF acerca da importância da sondagem de concepções prévias sofreram mudanças desde sua experiência com argumentação, durante a graduação, até o encontro 1 conforme verifica-se no episódio interativo 9.

No turno 1 do episódio 9 notamos que PQRF rememorou um episódio ocorrido durante sua graduação citando sua experiência com o experimento da vela. Vemos nesse turno que quando estava na posição de estudante ele também apresentava a cultura anti-erro e objetivava obter a resposta “certa” do professor.

Sendo assim, o não fornecimento da resposta também desencadeava em PQRf, conforme suas palavras, a angústia de não saber a resposta certa do mesmo modo como ocorria com as professoras no encontro 1.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 9

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRf	No experimento da vela aconteceu essa mesma coisa, toda essa sequência que nós falamos. Aí toda aula ele chegava e falava, PQ, “hoje você vai contar... hoje”. Ele não contava. Ele apresentava novos fatos. Eu já estava com angústia de não saber a resposta certa.
	P4	E também é assim, olha, eu estou construindo esse, o conhecimento. Eu estou relacionando com o aumento da temperatura, agitação das moléculas, então, a agitação delas. Olha, então, aumenta a temperatura, aumenta a agitação delas. Na minha cabeça. Agora, eu acho que a 100°C, essa panela vai estar explodindo porque essas moléculas estão muito agitadas. Elas estão em ebulição, elas tem que subir e a tampa da panela é uma força contra essa ebulição, que a ebulição está fazendo força para subir. Agora, e como que eu vou saber se está certo ou errado? De repente está tudo errado e vocês vão falar “é ela que está, é ela que está ensinando isso para essas crianças?” (Enquanto P4 falava as demais professoras concordavam balançando a cabeça afirmativamente).
2		
3	P1	Está ensinando..
4	PQRf	Não, não, não.
5	P4	Tem que saber, gente.
6	PQRf	Ao longo do processo, ao longo do processo, a gente vai construindo juntos.
7	P4	Tá.
8	PQRf	E outra coisa, P4, não tem... é uma Ciência, não tem uma verdade absoluta, tem verdades provisórias. Não se preocupa com isso. Faça o que você acha correto...

Observamos no final do turno 2 que P4 afirmava não ser capaz de, sozinha, descobrir a resposta certa e que nesse contexto pode estar ensinando errado aos estudantes. Dessa forma, sentia-se desconfortável com a situação e temia ser mal avaliada por PQ e PQRf.

Com isso, no turno 8, PQRf empregou seu conhecimento de epistemologia da Ciência para desencorajar a cultura anti-erro, apresentada por P4 e também pelas demais professoras, novamente encorajando a apresentação de ideias.

É com base nesses dados que afirmamos que PQRf mudou suas concepções acerca da sondagem e do papel do professor nesse processo. Além disso, reafirmamos que a partir das mudanças nas concepções dos propósitos para ensinar um conteúdo específico, mostrada na tabela 9, houve mudanças nas concepções a respeito do papel do professor na sondagem.

Destacamos que esses dados serviram de guia para replanejar a intervenção que ocorreu no encontro 2 da formação em serviço e causaram influência na visão de PQRf acerca de seu papel como formador.

Podemos afirmar ainda que esse conhecimento bem como as interações entre PQRf e as professoras ao longo dos encontros e as discussões e avaliações de todo esse processo com PQ influenciaram o desenvolvimento do PCKarg de PQRf.

Sendo assim, com a finalidade de avaliar o desenvolvimento do PCKarg ao longo e após o final do processo a seguir serão analisados três CoRes de PQRf acerca do ensino de argumentação.

4.4 Análise do CoRe de Argumentação produzido por PQRf

Para a coleta desses dados foi enviado à PQRf um arquivo de Excel contendo as oito questões do CoRe mostradas no item 2.3.4 conforme verifica-se na figura 15. Desse modo, foi solicitado que elencasse as ideias centrais que ele julgava que deveriam fazer parte de uma formação em serviço com professoras polivalentes, de modo que essas incorporem a argumentação científica em suas aulas.

Assim, foi pedido que respondesse ao CoRe expressando suas ideias acerca do ensino de argumentação em três momentos distintos.

Após esse professor ter terminado a graduação, depois dos encontros com PQ e após ter interagido com as professoras polivalentes e refletido acerca dos resultados dessa interação.

Assim lhe foi solicitado mostrar quais concepções tinha acerca do que deveria ser ensinado às professoras polivalentes a respeito de argumentação científica para que essas incorporassem adequadamente essa estratégia instrucional em suas aulas.

Ressaltamos que esses dados foram coletados antes de ser iniciado o planejamento da formação em serviço (CoRe I), após esse planejamento (CoRe II) e dois anos após PQRf ter dirigido a formação em serviço (CoRe III).

Com esses analisaram-se quais concepções e conhecimentos PQRf tinha, acerca de argumentação, antes e após os encontros com PQ, quais conhecimentos perduraram e como esses evoluíram ao longo de todo o processo até dois anos após o término da formação em serviço.

Dessa forma, com o preenchimento do CoRe foi estimulado o raciocínio de PQRf a respeito do ensino de argumentação na formação de professores de modo que esse professor produziu um registro de suas concepções.

Além disso, buscou-se registrar e avaliar a compreensão que tinham acerca da argumentação científica no momento do preenchimento de cada CoRe.

A presente análise foi novamente com base nos elementos presentes no modelo de Grossman (1990) dentro do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo conforme foram categorizados no quadro 4. Nessa análise nos focamos nas questões 1, 2, 4, 5, 6 e 7 do CoRe porque essas se relacionam aos componentes do PCK identificados ao longo deste trabalho.

Com as questões 1 e 2 foi possível analisar o conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico. Com as questões 4, 5 e 6 analisou-se o conhecimento da compreensão dos estudantes. Analisando os dados da questão 7 foi possível acessar o conhecimento das estratégias instrucionais relacionadas à argumentação científica.

Além disso, cruzamos os dados do CoRe com episódios interativos surgidos nos encontros 1 e 2 para formação em serviço com uma entrevista realizada com PQRF dois anos após esse ter finalizado a interação com as professoras polivalentes.

Ressaltamos que entre o final das interações com as professoras polivalentes e a última coleta de dados PQRF perdeu suas aulas na rede pública e não lecionou novamente.

Procuramos relacionar a prática docente de PQRF na formação em serviço com suas respostas ao CoRe de argumentação desta análise. Esses CoRes são mostrados respectivamente nas figuras 31, 32 e 33.

Durante o preenchimento dos CoRes II e III, foi permitido a PQRF que observasse o CoRe preenchido anteriormente e que fizesse uma reflexão acerca das grandes ideias presentes nesse e das respostas que estavam registradas nesse documento.

Desse modo lhe foi dada a liberdade de manter ou mudar tanto as grandes ideias elencadas quanto, conseqüentemente, manter ou mudar as respostas relacionadas a essas.

Conforme podemos observar na figura 32, após os encontros para planejamento da formação em serviço, apresenta três novas grandes ideias relacionadas a argumentação. Além disso, dentre as seis grandes ideias presentes no CoRe III (figura 33) três já estavam presentes no CoRe II.

Argumentação - CoRe I	Argumentação deve ser iniciada a partir de uma situação-problema.	O argumento possui uma estrutura.
1) O que você pretende que as professoras aprendam a respeito dessa ideia?	A situação-problema estimula uma discussão porque as pessoas podem ter pontos de vista diferentes acerca dos fenômenos.	O modelo de Toulmin. Que o argumento é formado por: dado, conclusão, garantias e apoio. Que a refutação desempenha um papel importante na produção do argumento.
2) Por que é importante para as professoras aprender esse ideia?	Para dar saber dar contribuições orais, fornecendo o conteúdo científico, com a finalidade de transmitir conhecimento.	Para sistematizar um modo eficaz de estimular a argumentação dos estudantes.
3) O que mais você sabe dessa ideia? O que você não vai ensinar, por enquanto, as professoras?	Que existem diferentes graus de liberdade intelectual na apresentação da situação-problema. Apresentar a adequadamente a situação-problema.	Ensinar tudo que sei sobre a estrutura do argumento.
4) Quais são as dificuldades específicas de aprendizagem, relacionadas a essa ideia, que as professoras apresentam?		As professoras estão habituadas a receber a estrutura pronta (Material didático) e não a criar sua própria com liberdade intelectual, e o material didático não é voltado para a argumentação.
5) Quais conhecimentos que você possui a respeito do raciocínio dos professoras que influenciam sua prática docente ao lecionar essa ideia?	As professoras pensam que a aula deve ser conduzida com transmissão de conhecimento totalmente apoiada no material didático.	Elas desconhecem a existência da estrutura para argumentação e os benefícios desse processo.
6) Quais são os outros fatores que lhe influenciam ao lecionar essa ideia?	A influência que o material didático causa no método da professora.	Contaminação do material didático, desconhecimento do conteúdo de argumentação.
7) Quais estratégias de ensino você empregará ao lecionar essa ideia e qual é a razão particular para empregá-la?	Após a apresentação da situação-problema, o grupo de trabalho estabelecerá uma discussão técnica com apresentação de relatório, para evidenciar o aprendizado. Caso necessário dar contribuições teóricas com a finalidade de auxiliar na argumentação. A razão para aplicar esse técnica é que o conhecimento pode ser construído através de argumentação, porém essa construção somente pode ocorrer caso as professoras tenham conhecimentos científicos mínimos.	Apresentar a situação-problema, dividir a classe em grupos, fomentar o levantamento das hipóteses, teste das hipóteses, produção de um experimento com uma situação-problema. Forçar a refutação entre os participantes da argumentação. Essa estratégia seria empregada para estimular a argumentação visando a construção do conhecimento.
8) De que modo você avalia o entendimento ou confusões das professoras, acerca dessa ideia? (inclua a provável variedade de respostas produzidas pelas professoras).	Solicitar um texto apresentando uma situação-problema. As professoras desenvolvem experimentos para provar a existência de fenômenos.	Solicitar o desenvolvimento de um planejamento de aula argumentativa a respeito de um conteúdo específico.

Figura 31. CoRe de argumentação produzido por PQRF antes do planejamento da formação em serviço.

Argumentação - CoRe II	Existem formas adequadas e inadequadas de apresentar uma situação-problema.	Existem aulas experimentais com diferentes graus de liberdade intelectual.	O conceito de fazer ciências e fazer escola.
1) O que você pretende que as professoras aprendam a respeito dessa ideia?	Apresentar a situação-problema de modo a permitir a liberdade intelectual.	Que o conhecimento é construído pelo estudante com o auxílio do professor, não existe transmissão de conhecimento.	Que é possível ensinar ciência de uma forma mais prática e mais efetiva do que o modelo padrão e ineficiente de transmissão de conhecimento.
2) Por que é importante para as professoras aprender esse ideia?	Para conduzir aulas argumentativas e investigativas.	Para ajudar o estudante a construir conhecimento de maneira investigativa	Para possibilitar as professoras propor uma aula com experimentos discussões, levantamento de hipóteses e argumentações visando auxiliar a construção do conhecimento pelos estudantes sem fornecer respostas prontas.
3) O que mais você sabe dessa ideia? O que você não vai ensinar, por enquanto, as professoras?	Eu ensinaria mesmo que de forma mais superficial todos os meus conhecimentos sobre argumentação.	Eu ensinaria mesmo que de forma mais superficial todos os meus conhecimentos sobre argumentação.	Eu ensinaria mesmo que de forma mais superficial todos os meus conhecimentos sobre argumentação.
4) Quais são as dificuldades específicas de aprendizagem, relacionadas a essa ideia, que as professoras apresentam?	Dificuldade de interpretação científica do proposto pela situação-problema	Dificuldade de abandonar o conceito tradicional de aula experimental com roteiro preestabelecido.	Dificuldade de propor hipóteses e dificuldade ainda maior de propor o teste das hipóteses
5) Quais conhecimentos que você possui a respeito do raciocínio dos professoras que influenciam sua prática docente ao lecionar essa ideia?	As professoras apresentam um raciocínio lógico porém muito superficial em ciências, necessitando de uma situação-problema bem definida para começarem a atividade.	As professoras apresentam um raciocínio tradicional em que o professor tem de direcionar completamente o experimento.	As professoras tem dificuldade de levantar hipóteses por sentirem insegurança para falar de um assunto científico já que não possuem formação em ciências.
6) Quais são os outros fatores que lhe influenciam ao lecionar essa ideia?	Os conhecimentos que elas já possuem sobre o tema.	As discussões para planejamento da formação com as professoras.	As discussões para planejamento da formação com as professoras.
7) Quais estratégias de ensino você emprega(rá) ao lecionar essa ideia e qual é a razão particular para empregá-la?	Contextualizar a situação-problema, fazendo uma atividade com uma situação típica do dia a dia para facilitar a organização das ideias.	Disponibilizar para o experimento todos os materiais necessários para solucionar a situação problema, e também materiais desnecessários com o objetivo de estimular o raciocínio para as formas correta e errada de proceder com o experimento.	Discussão técnica sobre a situação-problema proposta com estimulação a refutação entre as professoras, intervenções do professor (Quando necessário) apenas elucidação de conteúdo técnico específico.
8) De que modo você avalia o entendimento ou confusões das professoras, acerca dessa ideia? (Inclua a provável variedade de respostas produzidas pelas professoras).	Pedindo para as professoras produzirem um texto explicativo sobre a atividade e também um desenho do que foi trabalhado, cruzando esse dados extrair uma posição sobre o entendimento do conteúdo.	Apresentação de relatório do experimento realizado com estrutura mínima de problemática, materiais utilizados, método e conclusão.	Apresentação de slides com o resultado final após todas as discussões.

Figura 32. CoRe de argumentação produzido por PQRF após o planejamento da formação em serviço.

Argumentação - CoRe III	A Argumentação deve ser iniciada a partir de uma situação-problema e de visões controversas.	Representações pictóricas podem favorecer a argumentação.	Os estudantes possuem patrimônios culturais diferentes.	Existem formas adequadas e inadequadas de apresentar uma situação-problema.	Existem aulas experimentais com diferentes graus de liberdade intelectual.	O conceito de fazer ciências e fazer escola.
1) O que você pretende que as professoras aprendam a respeito dessa ideia?	A situação-problema deve estimular o surgimento de visões controversas entre os estudantes. As pessoas tendem a defender seus pontos de vista a partir de suas concepções prévias.	As representações pictóricas são uma imagem real do que as pessoas pensam.	Patrimônios culturais diferentes geram explicações controversas.	Apresentar e conduzir a situação-problema de modo a permitir a liberdade intelectual.	Que o conhecimento é construído pelo estudante com o auxílio do professor, não existe transmissão de conhecimento. Que as aulas presentes nos materiais didáticos das professoras apresentam um elevado grau de restrição intelectual.	Que é possível ensinar ciência de uma forma mais prática e mais efetiva do que o modelo padrão e ineficiente de transmissão de conhecimento. Que fazer escola significa eliminar a possibilidade dos estudantes entenderem como o conhecimento científico é construído independentemente do conteúdo específico em questão.
2) Por que é importante para as professoras aprender esse tema?	Para saber conduzir o processo argumentativo fazendo ou não intervenções. Para saber que os professores podem fomentar a controvérsia e estimular os estudantes durante o processo de argumentação sem dar respostas prontas.	Para elas utilizar essas representações como parte da estratégia para conduzir uma aula argumentativa.	Para identificar as visões antagônicas e fomentar as discussões embasadas nelas.	Para conduzir aulas argumentativas e investigativas em que sejam dadas os seus estudantes possibilidades de erros e acertos para que tanto as professoras quanto os estudantes percebam que a ciência é constituída de verdades provisórias.	Para desenvolver uma visão crítica acerca do conteúdo presente nos materiais didáticos, romper com o modelo de transmissão de conhecimento do conteúdo do livro didático e poder ajudar o estudante a construir conhecimento de maneira investigativa.	Para possibilitar as professoras propor uma aula com experimentos discussões, levantamento de hipóteses e argumentações visando auxiliar a construção do conhecimento pelos estudantes sem fornecer respostas prontas e de modo que esses entendam o fazer da ciência.
3) O que mais você sabe dessa ideia? O que você não vai ensinar, por enquanto, as professoras?	Questões religiosas podem ser utilizadas para fomentar a discussão via controvérsia.	Os desenhos possuem características relacionadas aos obstáculos epistemológicos presentes nas pessoas.	O patrimônio cultural das pessoas sofre influência: da escola, da família, dos amigos, da Internet, da mídia e da religião.	O conceito de Graus de liberdade intelectual do trabalho de Pella discutidos no meu curso de graduação.	Que os autores dos materiais didáticos procuram passar uma visão de conhecimento científico como sendo algo intuitivo.	As práticas experimentais nos livros didáticos de um modo geral estão focadas em fazer escola e portanto são apenas receitas de bolo objetivando a transmissão de conhecimento.
4) Quais são as dificuldades específicas de aprendizagem, relacionadas a essa ideia, que as professoras apresentam?	Por que elas estão presas ao modelo tradicional de transmissão de conhecimento em que a controvérsia é desconsiderada.	Devido a dificuldades de representar fenômenos por meio de desenhos, as professoras tendem a excluir essa estratégia de suas aulas.	Apesar de terem tido acesso ao conhecimento do conceito de concepções prévias durante sua formação não empregam esse conceito em suas aulas para fomentar a argumentação.	Dificuldade de criar situações-problema em que a possibilidade de errar e superar o erro esteja presente. Identificar o erro no argumento dos estudantes. Fazer perguntas que levem os estudantes a repensar seu argumento	Dificuldade de abandonar o conceito tradicional de aula experimental com roteiro preestabelecido e sentir-se segura para dar aulas fora de um roteiro em que os resultados são previstos e controlados.	Dificuldade de abandonar o conceito tradicional de aula experimental com roteiro preestabelecido e sentir-se segura para dar aulas fora de um roteiro em que os resultados são previstos e controlados.
5) Quais conhecimentos que você possui a respeito do raciocínio das professoras que influenciam sua prática docente ao lecionar essa ideia?	As professoras assumem que o conhecimento é transmitido. Para isso basta o estudante assistir uma aula expositiva bem planejada. Elas acreditam que uma visão diferente do que está no material didático é errada e deve ser evitada.	As professoras não acreditam que o desenho é uma ferramenta válida para detectar como as pessoas pensam. Essa ferramenta serve apenas como estratégia de transmissão de conhecimento.	As professoras assumem que o conhecimento é transmitido. Para isso basta o estudante assistir uma aula expositiva bem planejada.	As professoras apresentam um raciocínio muito superficial em ciências, necessitando de um modelo de situação-problema bem definido para começarem a desenvolver atividades argumentativas em suas aulas.	As professoras apresentam um raciocínio tradicional em que o professor tem de direcionar completamente o experimento seguindo o que é determinado pelo material didático.	As professoras tem dificuldade de levantar hipóteses por sentirem insegurança para falar de um assunto científico já que não possuem formação em ciências.
6) Quais são os outros fatores que lhe influenciam ao lecionar essa ideia?	O patrimônio cultural das pessoas influencia diretamente a defesa de um ponto de vista. Sendo assim, é a partir desse patrimônio que surge a controvérsia.	A dificuldade das professoras em empregar termos técnicos pode ser superada por meio de um desenho para transmitir uma ideia.	Vivência com o laboratório investigativo durante a graduação.	Essas professoras não tiveram, em sua graduação, acesso a atividades envolvendo argumentação científica e portanto desconhecem os benefícios dessa estratégia.	As discussões para planejamento da formação com as professoras e (re)discussão dos resultados obtidos no trabalho de Pella.	As discussões para planejamento da formação com as professoras leitura do artigo <i>doing science and doing the lesson</i> .
7) Quais estratégias de ensino você empregará ao lecionar essa ideia e qual é a razão particular para empregá-la?	Divisão da classe em grupos, apresentação de uma situação-problema, discussão em grupo e produção de uma representação pictórica e texto acerca das discussões. Feito isso, apresentar os resultados de cada grupo para toda a sala e pedir para cada grupo defender sua posição. Discussão em pequenos grupos da maior foco na discussão. A discussão em grupos grandes da maior profundidade a discussão e favorece a refutação. A exposição de todas as ideias e socialização dessas posições para toda	Apresentação de uma situação-problema, produção de representações pictóricas do fenômeno e explicação dos desenhos para o grupo. Isso é feito para identificar como as pessoas pensam. A apresentação de como as professoras pensam estimula a controvérsia, o levantamento e teste de hipótese, a refutação de hipótese e a argumentação.	Representação pictórica a respeito de uma situação-problema para sondar as concepções das estudantes. A partir disso, estabelecer um debate dessas concepções fomentando o levantamento e teste de hipóteses e a argumentação fazendo perguntas que levem as professoras a se posicionar. Ao vivenciar uma situação em que as pessoas apresentam e discutem diferentes representações pictóricas e se posicionam em relação a essas ideias as professoras a entender a importância do patrimônio cultural na argumentação.	Contextualizar a situação-problema, fazendo uma atividade com uma situação típica do dia a dia, para facilitar a organização das ideias. Fazer perguntas que levem as professoras a se posicionar contra ou a favor de determinado argumento ou rever seu próprio argumento.	Disponibilizar para o experimento todos os materiais necessários para solucionar a situação-problema, e também materiais desnecessários com o objetivo de estimular o raciocínio para as formas corretas e erradas de proceder com o experimento.	Discussão técnica sobre a situação-problema proposta com estimulação a refutação entre as professoras, intervenções do professor (Quando necessário) apenas elucidação de conteúdo técnico específico. Fazer perguntas que levem as professoras a se posicionar contra ou a favor de um argumento ou rever seu próprio argumento. Fazer intervenções que levem as professoras a confrontar seus argumentos com os de outras professoras.
8) De que modo você avalia o entendimento ou confusões das professoras, acerca dessa ideia? (inclua a provável variedade de respostas produzidas pelas professoras).	As professoras imaginam que a controvérsia é prejudicial ao processo de aprendizagem porque estão presas ao modelo tradicional de transmissão de conhecimento.	As professoras se sentem mais a vontade de produzir texto porque o desenho é retirado das pessoas muito cedo.	Por meio de textos e análise das contribuições orais.	Pedindo para as professoras produzirem um texto explicativo sobre a atividade e também um desenho do que foi trabalhado, cruzando esse dados extrair uma posição sobre o entendimento do conteúdo.	Apresentação de relatório do experimento realizado com estrutura mínima de problemática, materiais utilizados, método e conclusão.	Apresentação de slides com o resultado final após todas as discussões.

Figura 33. CoRe de argumentação produzido por PQRF dois anos após a formação em serviço.

4.4.1 Análise do CoRe I

No CoRe I estão presentes as grandes ideias que PQRF possuía acerca da argumentação científica cerca de seis meses após seu contato com essa estratégia durante o curso de prática de ensino em sua graduação.

Na figura 31 observamos que PQRF apresentava apenas duas grandes ideias a respeito da argumentação científica:

- a) Argumentação deve ser iniciada a partir de uma situação-problema;
- b) O argumento possui uma estrutura.

Em relação à primeira grande ideia, analisando as respostas dadas à questão 1, vemos que esse professor acreditava que a situação-problema e os diferentes pontos de vista que as pessoas podem ter eram suficientes para estimular a discussão.

Segundo essa concepção não era necessária, num primeiro momento, a intervenção do professor para haver a argumentação. Dessa forma, a argumentação se alimentaria apenas da situação-problema e das diferenças de patrimônio cultural dos participantes.

Analisando a resposta dada à questão 2 vemos que não considerava a controvérsia como um instrumento, que pode ser empregado pelo professor, para fomentar a argumentação. Desse modo, esse professor considerava como estratégia fornecer conteúdo específico de modo a suprir o *déficit* conceitual das professoras de modo a fomentar a argumentação. Destacamos que conforme mostramos no episódio interativo 5 do item 4.2.2 PQRF já havia manifestado a mesma concepção presente na resposta da questão 2 do CoRe I.

T2: Eu acredito que eu não posso dar a resposta. Eu tenho que incentivar elas a chegarem ou na resposta exata ou muito próximo da resposta exata. Como que devo incentivar? Obviamente que elas são alunas...elas são professoras de pedagogia e não tiveram a Ciência, principalmente a Ciência Química a fundo. Elas não estudaram a fundo Química. Então eu acho que eu posso fazer contribuições, teóricas, pequenas sem responder o objetivo do experimento, sem responder a dúvida que elas estão em questão. Mas eu posso dar contribuições teóricas pra ajudar elas nesse caminho a galgar os degraus até chegar num... num raciocínio próximo do que a gente espera para o fenômeno da evaporação.

Assim acreditava que a ideia de situação-problema deveria ser ensinada porque essa era propulsora da argumentação. A situação-problema nesse contexto tinha o propósito de desencadear discussões que demandassem contribuições orais por parte do professor – fornecendo o conteúdo – de modo a transmitir o conhecimento para resolver a situação em questão.

Com isso, a argumentação deveria ocorrer até certo ponto em que, caso o processo travasse, devido a alguma barreira conceitual, o professor deveria destravá-lo fornecendo parte da resposta aos estudantes. Ainda no turno 14 do episódio 5 vemos a base dessa concepção.

T14: Sem dar a resposta e aí o raciocínio delas toma uma outra direção. Por que elas conseguem exatamente fazer o que? Pular aquele obstáculo epistemológico que os livros didáticos impõem. Principalmente os que elas se formaram.

Dessa forma, a situação-problema tinha como propósitos criar um ambiente para a transmissão de conhecimento e superação de obstáculos epistemológicos. Com isso vemos que esse professor, apesar de ter conhecimentos básicos de argumentação científica atribuía a essa o propósito de transmitir o conteúdo específico como um modo de levar as professoras a superar os obstáculos epistemológicos que essas possuíam.

Nota-se que o foco recai sobre o conteúdo em detrimento a outros propósitos mais voltados ao ensino investigativo e a argumentação científica tais como: desenvolver o conhecimento da epistemologia das ciências, entender o fazer a ciência, aprender a coordenar evidências e conclusões, aprender a julgar a validade de determinada informação etc.

Com as questões 4, 5 e 6 podemos encontrar as concepções acerca do conhecimento da compreensão dos estudantes. Conforme observa-se na resposta da questão 4 PQRf afirmava que as professoras teriam como única dificuldade apresentar adequadamente a situação-problema aos estudantes.

Isso ocorreria, como podemos notar na resposta 5 porque, na concepção de PQRf, as professoras baseavam suas aulas apenas na proposta presente no material didático escrito.

Vemos ainda que afirmou, na questão 6, que o material didático das professoras causa influência na prática docente. Perguntado acerca dessa concepção respondeu: “durante o curso de prática de ensino várias vezes discutimos a influência do material didático sobre a prática dos professores. Daí eu achei que com essas professoras deveria ocorrer a mesma coisa. Afinal elas não tiveram uma formação científica na graduação”.

A resposta à questão 6 também está relacionada ao conhecimento que PQRf tinha a respeito de argumentação. Na resposta à questão 3 esse professor afirmou saber que existem diferentes graus liberdade intelectual na apresentação de uma situação-problema.

Cabe ressaltar que esse aspecto das situações-problema também esteve presente no curso de prática de ensino. Nesse curso tomou conhecimento do trabalho

de Pella (1969) e teve a oportunidade de analisar propostas experimentais presentes em materiais didáticos escritos e classificá-las segundo a estrutura presente na tabela 3.

Conforme verificamos no turno 8 episódio 4 do item 4.1, transcrito a seguir, PQRF também manifestou conhecimentos dos graus de liberdade propostos por Pella (1969).

T8: Por que assim... o ar sobe pra atmosfera. Aaaaah, cria uma visão muito simplória do fenômeno. Tá bom... vamos supor uma professora de quarta série, hipoteticamente. Pegou os alunos foi lá. Realizou o experimento assim como tá explicado aqui. Todo mundo evidenciou que a bexiga encheu... tudo bem. O ar sobe... acabou. Acabou o experimento. Objetivo foi cumprido? Tá bom o ar subiu. Subiu entre aspas né? (PQRF faz o sinal de aspas com as duas mãos balançando a cabeça de modo a negar a afirmação). Mas eu acho que como não houve a argumentação, como não houve a tentativa de entender o fenômeno no nível microscópico o conhecimento limitou-se pela prática do experimento. Ou seja, o experimento na verdade ele não foi investigativo. Ele foi... muito simples, muito simplificado e ele não causou a argumentação dos alunos. O alunos não discutiram. Se a molécula se afasta se ela não se afasta, se elas perdem densidade e porque isso deveria ocorrer.

Observa-se nesse turno que no início do planejamento da formação em serviço também manifestava a mesma concepção mostrada no CoRe I. Nota-se que identificava o alto grau de restrição intelectual imposto nessa prática experimental, que o experimento não era investigativo e o desfavorecimento do processo de argumentação.

Mesmo assim ainda desconsiderava que as professoras poderiam apresentar dificuldades para identificar que as situações-problema presentes no material didático escrito, empregado em suas aulas, vão de encontro ao fazer da ciência. Desconsiderava também que essas teriam dificuldade em criar situações-problema adequadas para favorecer a argumentação.

Contudo, verificamos que esse professor possuía algum conhecimento da compreensão das professoras acerca da relação entre as situações-problema e a argumentação.

Analisando a resposta à questão 7 vemos que baseava sua estratégia instrucional, para ensinar que a argumentação deve ser iniciada a partir de uma situação-problema, em dois pilares.

Em primeiro lugar a estratégia era baseada na apresentação da situação-problema em si. Nota-se nessa resposta que não era feita menção a qualquer estratégia acerca de como levar as professoras a criar uma situação-problema adequada ao ensino investigativo ou como julgar se as situações presentes nos materiais didáticos são ou não situações alinhadas com o ensino investigativo e a argumentação científica.

Em segundo lugar sustentava sua estratégia instrucional com base nas contribuições orais do professor de modo que esse deveria auxiliar os estudantes para que a argumentação ocorresse.

Com isso, nota-se que PQRF novamente apresentava a concepção de que a apresentação da situação-problema juntamente com o fornecimento dos conteúdos específicos, por meio das contribuições orais, criariam um ambiente em que a argumentação científica seria favorecida.

Verifica-se ainda na resposta à questão 7 que justificava essa concepção afirmando que o conhecimento somente pode ser construído por meio da argumentação caso as professoras tenham os conhecimentos mínimos necessários. Desse modo, caso esses conhecimentos não sejam dominados o professor deveria fornecê-los por meio das contribuições orais.

Com base nesses dados observa-se que as concepções acerca dos propósitos de ensinar o conteúdo específico direcionavam a escolha das grandes ideias a lecionar e das estratégias instrucionais que PQRF escolhia para lecionar cada grande ideia.

O conhecimento dos propósitos para ensinar um conteúdo específico está relacionado a um sistema de concepções por meio do qual é selecionado:

- a) **O que** deve ser ensinado.
- b) **Por que** deve ser ensinado.
- c) **Como** deve ser ensinado.

Dessa maneira vemos que o modo como concebia o propósito para ensinar o conteúdo direcionava suas escolhas a respeito do que deveria ser ensinado e por meio de quais estratégias isso deveria ocorrer. Sendo assim, a análise desses dados ao longo de cursos de formação e da vida profissional dos professores em conjunto com dados oriundos de sua prática docente pode fornecer indícios do desenvolvimento de seu PCKarg.

A partir da análise das repostas dadas para a segunda grande ideia podemos notar que PQRF apresentava mais um propósito para o ensino de argumentação. Inicialmente afirmou que deveria ser ensinado às professoras o modelo de Toulmin. Isso deveria ocorrer porque com esse modelo a argumentação ficaria fundamentada.

Nesse contexto, tinha a concepção de que as professoras deveriam conhecer a estrutura do modelo de Toulmin de modo que mediante esse conhecimento poderiam assumir esse modelo em suas aulas e consequentemente incorporar a argumentação científica em sua prática docente, conforme se verifica nos turnos 5, 6 e 8 transcritos a seguir.

T5 (PQ): Você vivenciou na sua formação. Elas não vivenciaram. Então você por, ter vivenciado, eu penso que você imagina... que isso... na verdade não sei. Eu gostaria de ouvir. O que você acha? É fácil elas incorporarem a argumentação ou não?

T6 (PQRF): Não, justamente porque elas não tiveram a base teórica do modelo de Toulmin.

T7 (PQ): Aaaah, tá.

T8 (PQRF): Aquele modelo de Toulmin... ele é fantástico. Principalmente aliado a um experimento. Então eu acho que... pra elas é muito difícil desenvolver a argumentação porque elas não fundamentaram isso na graduação.

Novamente verifica-se que parte da experiência de PQRF com ensino investigativo na graduação causa influência em suas concepções acerca do ensino de argumentação. Em seu curso, após os estudantes vivenciarem a argumentação científica lhes foi apresentado o modelo de Toulmin (1958). Desse modo, admitia que o modelo de Toulmin traz uma estrutura a ser seguida para incorporar a argumentação na prática docente.

Ainda em relação a resposta à questão 1 vemos que atribuía à refutação um papel importante na produção do argumento. Conforme vimos anteriormente essa mesma concepção foi encontrada durante o planejamento da formação em serviço e foi manifestada no turno 14 do episódio 11 do item 4 transcrito a seguir.

T14: Em nenhum momento nós vamos indu... obrigar... não obrigar, obrigar é uma palavra ruim, vamos supor. Chegar e... apresentem as teorias. Cada uma apresenta suas teorias e pede pra uma refutar a outra. Por exemplo você... refute a teoria da sua colega pra justamente medir quanto a pessoa sabe.

Nota-se que com isso que PQRF acreditava que a argumentação deveria ser induzida solicitando explicitamente a uma professora que refutasse a outra. Assim observa-se que o propósito para ensinar por meio da argumentação era levar as professoras a refutar as afirmações das demais participantes do processo.

Dessa maneira é possível identificar porque esse professor atribuía importância ao modelo de Toulmin. Perguntado acerca de qual elemento mais lhe chamava a atenção no modelo afirmou ser a refutação de hipótese.

Com base no turno 19 do episódio 12 do item 4, transcrito a seguir, é possível identificar a origem dessa concepção.

T19: Porque assim...eu acredito que a Ciência é construída em cima da refutação. E eu mudei de ideia várias vezes. As pessoas falavam e eu falava opá... já mudei de ideia. Já não penso mais isso. Essa frase é muito... e quando... eu acho que o erro... tem uma coisa muito boa no erro. É o aprendizado. O erro traz mais aprendizado... ele traz mais coisas boas que ruins. Então eu acho que se eu conseguisse me refutar seria uma coisa excelente (inaudível) mas eu não consegui.

Conforme observamos no turno 19 a visão acerca da epistemologia da ciência que PQRF tinha tanto no momento do preenchimento do CoRe quanto no momento em que foi gerado o episódio interativo 12 o fazia dar grande importância a refutação na produção do argumento.

Além disso, com os dados presentes no turno 19 ainda é possível verificar que as experiências que teve durante o laboratório investigativo em sua graduação serviram para reforçar suas concepções a respeito do papel da refutação na produção de conhecimento.

PQRF afirmou ter mudado de ideia várias vezes dependendo do que os demais participantes da argumentação falavam. Com isso, desenvolveu também a concepção de que o erro é fundamental tanto na construção do conhecimento, por parte do meio científico, quanto pelos estudantes ao se apropriar de parte desse conhecimento em um grupo de discussão.

Na resposta dada para a segunda grande ideia afirmou que com o conhecimento do modelo de Toulmin as professoras poderiam estimular a argumentação dos estudantes.

Observando a resposta dada à questão 7 vemos novamente que as concepções acerca dos propósitos para ensinar argumentação influenciam as estratégias instrucionais.

Em sua resposta mostrou que fazia parte de sua estratégia para ensinar a segunda grande ideia a apresentação da situação-problema, seguida pela divisão dos estudantes em grupos. Nesses grupos seria fomentada a discussão, o levantamento e teste de hipóteses e a produção de um experimento com situação-problema.

Ressaltamos novamente que parte dessa estratégia foi vivenciada durante a graduação. Assim, de algum modo essa foi incorporada ao seu repertório acerca das estratégias de trabalho com argumentação e portanto foi manifestada no CoRe I.

A seguir encontra-se a transcrição de dois turnos de uma entrevista feita dois anos após ter finalizado a intervenção com as professoras polivalentes. Nesse trecho foi perguntado a PQRF se as aulas de argumentação no curso de prática de ensino modelaram de alguma forma sua prática docente ao trabalhar com argumentação.

T7 (PQ): E o que a prática que você viu, na prática de ensino sobre argumentação, ela serviu de modelo para você?

T8 (PQRF): Serviu... Serviu de modelo para mim, porque o fato de você criar um problema, o professor ele chega e cria um próprio problema. Então ele faz uma pergunta que cria um problema, você leva os alunos a uma discussão que muitas vezes, o aluno tem uma visão da coisa, aí o colega do lado fala uma coisa que ele desconhece, mas que ele concorda no momento seguinte, aquela posição já faz parte do meu próprio argumento para poder defender a minha teoria. Isso eu

achei muito interessante nas nossas discussões na prática de ensino, inclusive eu mesmo usei isso, teve um momento que eu estava indo por uma linha e uma colega falou uma coisa, eu não falei que ela estava certa ou errada, não concordei, mas no meu íntimo eu concordei com a opinião dela. E aí no momento subsequente eu usei a opinião dela, obviamente com o conhecimento que eu já tinha anterior, que era um pouco mais robusto que o dela, para defender um argumento ali na mesa e acho que, o argumento foi muito bem aceito porque não houve tréplicas.

No turno 8 PQRF descreve a técnica empregada na sua graduação e vemos que esse professor, devido ter se beneficiado com as discussões e incorporado novas ideias aos seus argumentos, ao longo desse processo, considerava essa técnica promissora de modo que, de alguma forma, foi incorporada ao seu repertório de como fomentar a argumentação científica como proposto por Feldman (2000).

Além disso, na resposta dada a questão 7 vemos que a estratégia estava alinhada com os propósitos manifestados na questão 1. Esse professor afirmava que empregaria, como estratégia instrucional, forçar a refutação entre os participantes da argumentação.

Ao analisarmos a razão particular para empregar essa estratégia notamos que acreditava que forçar a refutação estimula a argumentação e favorece a construção de conhecimento. Essa concepção também foi identificada no turno 2 do episódio interativo 2 da página 154, transcrito novamente abaixo.

T2: Eu vejo que tem de deixar claro o seguinte: a refutação ajuda a construir o conhecimento. Principalmente na argumentação. Pra elas não ficarem assim... com receio de refutar uma ideia previamente estabelecida pela... pela outra professora que está fazendo um trabalho conjunto. Então tem de vender a seguinte ideia... de que a refutação é um processo importante.

Com isso observamos que as estratégias instrucionais manifestadas na questão 7 estão em consonância com os propósitos manifestados na questão 1 e que esses ainda eram manifestações dos conhecimentos de PQRF no início do encontro 1 para planejamento da formação em serviço.

Com esses dados inferimos que esse professor desconsiderava a importância das evidências e como essas podem ser empregadas para promover a argumentação. Desconsiderava ainda que existem determinados tipos de perguntas com os quais é possível fomentar a argumentação, sem forçar a refutação, e que ainda é possível empregar a controvérsia com essa finalidade.

Na sequência da resposta podemos notar como as concepções dos propósitos de ensinar essa grande ideia direcionam as estratégias instrucionais de PQRF.

Esse professor empregaria como estratégia instrucional forçar a refutação entre os participantes. Dessa forma, ainda não concebia existir uma gama de estratégias instrucionais com potencial para fomentar a argumentação utilizadas

durante suas aulas de graduação, sem necessariamente ter de forçar a refutação, tais como: refinamento da situação-problema; identificação e reforço da controvérsia; favorecimento da auto-refutação.

PQRF desconsiderava ainda as estratégias propostas por Simon, Erduran e Orborne (2006), citadas na página 186 do presente trabalho como: falar e ouvir; posicionamento; justificativa com evidência; construção de argumento; avaliar argumentos; contra-argumentação e debate; reflexão durante a argumentação.

Com isso, vemos que embora apresentasse conhecimentos de estratégias instrucionais voltadas para a argumentação científica, após suas aulas de graduação esse repertório era escasso e consequentemente relacionado a um PCKarg com grande potencial de desenvolvimento.

Ao responder a questão 4 declarou que o principal entrave apresentado pelas professoras para entender o conceito de estrutura do argumento está no fato de que essas, devido ao tipo de experimentação proposta no material didático escrito ir de encontro ao que é proposto para prática docente envolvendo a argumentação, não estavam familiarizadas com a argumentação científica.

Nesse contexto, as professoras em suas práticas docentes estariam condicionadas a seguir práticas experimentais do tipo “receitas de bolo” que restringem a liberdade intelectual.

Desse modo, como verifica-se na resposta dada à questão 5, esse contexto gera o desconhecimento da importância da argumentação científica em sala de aula e o desconhecimento da existência de uma estrutura do argumento que as impede de identificar os benefícios da argumentação científica em sua prática docente.

4.4.2 Análise do CoRe II

O CoRe II foi preenchido após os encontros entre PQ e PQRF para planejamento da formação em serviço. Conforme vemos na figura 32 nesse CoRe estão presentes três grandes ideias acerca da argumentação científica. Destacamos que nenhuma dessas ideias estava presente no CoRe I.

Assim foram elencadas as seguintes grandes ideias:

- a) Existem formas adequadas e inadequadas de apresentar uma situação-problema.
- b) Existem aulas experimentais com diferentes graus de liberdade intelectual.
- c) O conceito de fazer ciência e fazer escola.

No CoRe II vemos que após os encontros para planejamento da formação em serviço PQRF apresentou um refinamento das grandes ideias acerca da argumentação. Embora tanto no CoRe I quanto no II a ideia de situação-problema esteja presente, no segundo momento essa ideia apresenta-se mais aprofundada.

Como podemos observar na figura 32 nesse CoRe PQRF produziu respostas mais elaboradas acerca de cada grande ideia.

Dessa forma, serão analisadas a seguir os propósitos expressados por PQRF para ensinar o conteúdo específico por meio da argumentação científica, o conhecimento de estratégias instrucionais e o conhecimento da compreensão dos estudantes agrupando em cada análise as respostas dadas a cada grande ideia.

4.4.2.1 O conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico.

Em relação à grande ideia – Existem formas adequadas e inadequadas de apresentar e conduzir uma situação-problema – PQRF concebia que a situação-problema deveria ser apresentada de modo a permitir que os estudantes tivessem liberdade intelectual de desenvolver o trabalho científico. Foram identificadas ao menos três propósitos para ensinar essa grande ideia.

Nesse contexto tanto a apresentação quanto a condução da situação-problema deveriam evitar que a argumentação se esgotasse antes dos estudantes explorarem mais profundamente a situação-problema.

Ensinar por meio de situações-problema está relacionado a concepção de que com essa estratégia deve se desenvolver, nos estudantes, habilidades investigativas (propósito 1).

Com isso, deve-se evitar que a argumentação se esgote prematuramente de modo que o objetivo é favorecer que os estudantes desenvolvam as habilidades necessárias à investigação científica.

Na resposta dada à questão 2, dessa grande ideia, reafirma-se o propósito citado anteriormente e ainda identifica-se o segundo propósito explicitado por PQRF. Nessa declara-se que nas aulas argumentativas e investigativas os estudantes devem ter a possibilidade de erros e acertos.

Destacamos que no episódio interativo 9, ocorrido durante o planejamento da formação em serviço, nos turnos 7 a 12 PQRF já havia explicitado ter entendido a importância da geração da possibilidade de erros e acertos conforme se verifica a seguir:

(PQ) T7: Agora vai ter um momento que a gente vai ter de fazer o design... comprar um aquário, talvez comprar... dar plásticos e prendedores como eu falei,

dar vidros, um vidro grande, dois vidros que podem fazer isso aqui (PQ faz um formato de V com as mãos) quer dizer...

(PQRF) T8: Dar possibilidades pra elas de erros e acertos.

(PQ) T9: É verdade.

(PQRF) T10: De repente dar os dois. Dar o plástico e dar o vidro.

(PQ) T11: É.

(PQRF) T12: Vamos ver qual que elas... na cabeça delas o que elas escolhem. Qual que vai dar uma efetividade melhor.

Dessa forma verificamos que manifestou essa mesma concepção no CoRe II. Sendo assim as habilidades investigativas podem ser desenvolvidas caso os estudantes tenham a possibilidade de errar e superar seus erros comparando os resultados obtidos.

Nesse contexto, identificava que com fornecimento de materiais que levassem a resultados diferentes, poderiam gerar a possibilidade de erros e acertos.

No episódio interativo 1, retirado da entrevista realizada com PQRF, é possível identificar uma das prováveis origens das concepções acerca da epistemologia da ciência e sua influência nos propósitos para ensinar por meio de situações-problema presentes no CoRe II.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 1

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Como e por que... Identificar o que ele fez para dar certo e também o que ele descartou... Ah você conseguiu? Consegui... como que você conseguiu? Eu fiz assim, e como que você não conseguiu? Ah professor eu fiz dez vezes, então conta as dez vezes que você fez e não conseguiu, o que você fez aqui até conseguir que não deu certo.
2	PQ	Qual a vantagem disso para os alunos? O que você acha?
3	PQRF	O erra... O erro ele é fundamental, o erro é fundamental no processo de construção do conhecimento. Porque quando o cara... Tem até uma história, que eu não sei se é uma lenda do Thomas Edson, daquele que conseguiu inventar a lâmpada e a equipe dele chegou e falou "vamos falar para o Edson que a gente não consegue, vamos desistir porque estamos descobrindo mil formulas e não conseguimos inventar a lâmpada" e o Thomas Edson chegou e falou: "Exatamente nós já conhecemos mil formulas mas como não inventaram a lâmpada" risos... Não sei se é uma lenda ou se é real, mas é fantástica se for real... Risos. Então veja, o erro ele tem muito valor, porque ele te dá um direcionamento de como não fazer a coisa, pô eu já tentei... Por exemplo, quando elas utilizaram papel de filtro para filtrar o sulfato de cobre dissolvido não deu certo, mas na cabeça delas foi um erro isso, na cabeça delas já deve ter... Por que não deu certo com o papel de filtro? E isso na verdade, esse erro proporcionou raciocínios, da próxima vez ela não vai tentar filtrar uma solução que não tem sólido, porque ela já fez uma vez, ela já criou experiência naquele assunto, por isso que eu iria tentar mapear o erro, mostrar para todos o erro de cada um e porque que está errado. Porque uma coisa é o cara saber como faz e outra coisa é o cara saber como faz e como não faz, acho que isso é fundamental, que aí você fecha mais o conhecimento, eu sei fazer, mas eu também sei o que eu não devo fazer, eu acho que isso é muito importante.

No turno 1 do episódio interativo 1, PQRF estava discutindo como conduziria as discussões após os estudantes terem realizado um laboratório investigativo e resolvido uma situação-problema. Vemos que esse professor afirmou que iria procurar

identificar que procedimentos levaram a resultados satisfatórios e quais não levaram a isso.

Quando perguntado acerca da vantagem desse procedimento para os estudantes, citou o papel do erro na aprendizagem. Nota-se que identificava que o erro desempenha um papel importante na construção do conhecimento.

Contudo, conforme vemos na sequência do turno 3 a concepção do papel do erro estava além do erro em si mesmo. Assim, o conhecimento e a interpretação que fazia da invenção da lâmpada, era um fator que orientava suas concepções acerca da epistemologia da ciência.

Observa-se que na história na qual Thomas Edison lidava de um modo positivo com o erro, estão presentes elementos que, na perspectiva de PQRF geravam o aprendizado.

Dessa maneira, atribuiu ao erro a capacidade de direcionar a ação; favorecer o raciocínio e tomada de consciência de como se deve e não se deve proceder. Com isso, a partir do erro e de sua superação surge o aprendizado de como não proceder.

É desse aprendizado que nos aproximamos de entender como proceder e das aprendizagens decorrentes disso. Nesse contexto o segundo propósito é dar aos estudantes a possibilidade de errar e superar os erros.

Também verificamos no turno 3 a influência da formação em serviço na consolidação do entendimento da importância do erro.

Foi relatado no final desse turno uma experiência vivida com as professoras em que PQRF forneceu um material de laboratório por meio do qual as professoras poderiam descobrir um modo de como não fazer uma separação soluto/solvente.

Assim, os resultados obtidos com essa estratégia também reforçaram o entendimento do papel do erro na construção de conhecimento.

Além desses propósitos, nota-se haver outro propósito relacionado a como a Ciência é construída. Assim, há ainda o propósito de empregar situações-problema, argumentação e investigação científica para que as professoras e consequentemente seus estudantes entendam a epistemologia da Ciência.

No final da resposta à questão 2, PQRF explica que é importante que as professoras aprendam essa ideia para que percebam que a Ciência é feita de verdades provisórias e levem seus estudantes a entendê-la mesma forma. Desse modo, esses poderão perceber que a Ciência é um constructo humano em constante discussão.

Ao analisarmos as respostas dadas às perguntas 1 e 2 em relação à grande ideia: existem aulas experimentais com diferentes graus de liberdade intelectual,

notamos que admitia que o conhecimento era construído pelo estudante e que portanto não é possível transmitir esse conhecimento.

Dessa forma, reconhecia que com as aulas presentes nos materiais didáticos, devido ao alto grau de restrição intelectual, ficava inviável a construção de conhecimento. Caberia a eles somente comprovar que a teoria estava correta. Observa-se que, ao responder a essas questões, elencou ao menos mais três propósitos ao ensinar essa ideia.

Nota-se em primeiro lugar que afirmou que com o aprendizado dessa ideia as professoras podem desenvolver uma visão crítica a respeito do conteúdo presente nos materiais didáticos de modo que essas possam romper com o modelo de transmissão de conhecimento em favor de aulas investigativas (propósito 1).

Além disso, ao ensinar essa grande ideia deve-se levar as professoras a questionar a eficiência das aulas com roteiros preestabelecidos e favorecer que essas incorporem o laboratório investigativo e a argumentação em suas aulas (propósito 2). Ainda deve-se levar os estudantes a construir conhecimento por meio da investigação e entender o fenômeno no nível microscópico (propósito 3).

No turno 8 do episódio interativo 4, transcrito a seguir, observa-se a mesma manifestação identificada no propósito 3.

*T8: Por que assim... o ar sobe pra atmosfera. Aaaah, cria uma visão muito simplória do fenômeno. Tá bom... vamos supor uma professora de quarta série, hipoteticamente. Pegou os alunos foi lá. Realizou o experimento assim como tá explicado aqui. Todo mundo evidenciou que a bexiga encheu... tudo bem. O ar sobe... acabou. Acabou o experimento. Objetivo foi cumprido? Tá bom o ar subiu. Subiu entre aspas né? (PQRF faz o sinal de aspas com as duas mãos balançando a cabeça de modo a negar a afirmação). **Mas eu acho que como não houve a argumentação, como não houve a tentativa de entender o fenômeno no nível microscópico o conhecimento limitou-se pela prática do experimento.** Ou seja, o experimento na verdade ele não foi investigativo. Ele foi... muito simples, muito simplificado e ele não causou a argumentação dos alunos. O alunos não discutiram. Se a molécula se afasta se ela não se afasta, se elas perdem densidade e porque isso deveria ocorrer.*

Na fala destacada em negrito nota-se que afirmou haver a necessidade de entender o fenômeno no nível microscópico. Sendo assim, identificou que essa prática experimental e a estratégia instrucional configuram-se em um entrave para a argumentação e ao entendimento microscópico do fenômeno.

Assim, para PQRF era mais importante argumentar acerca do experimento e discutir o porquê de determinado resultado experimental ser alcançado do que empregar o resultado experimental para provar determinada ideia aos estudantes.

De modo geral no turno 8 episódio interativo 4 criticou a abordagem simplória – em suas palavras – dada ao aquecimento do ar encapsulado encontrada na apostila empregada pelas professoras. Criticou ainda o objetivo de comprovar que o ar quente

sobe. Além disso, identificou esse objetivo como simplório e incorreto do ponto de vista conceitual.

Com isso, verifica-se que, o objetivo proposto na apostila fere o propósito 3, pois não haveria a tentativa de entender o fenômeno com base no nível microscópico, além de não fomentar a argumentação dos estudantes e impedir que esses entendam o fenômeno microscopicamente.

No episódio interativo 8, observa-se no diálogo entre PQ e PQRF nos turnos 1 e 2 (transcrito a seguir) mais uma manifestação relacionada às concepções desse professor em relação ao propósito 3.

(PQ) T1: Então a menina do laboratório... ela leva os garotos lá... e é ela que faz a demonstração dos experimentos. Os garotos nem põem a mão na massa. As professoras nem relam nos experimentos.

(PQRF) T2: O que já é uma coisa que diverge completamente do que nós propomos né.

No turno 2 prontamente identificou-se que a situação narrada por PQ estava em desacordo com o ensino investigativo. Assim, o contexto em que as aulas de laboratório ministradas por PB vão de encontro aos propósitos mostrados por PQRF para as duas primeiras questões e para as duas primeiras grandes ideias presentes no CoRe II.

Verificamos que o conhecimento dos propósitos para ensinar um conteúdo específico direcionava a avaliação que fazia acerca das propostas experimentais presentes no material didático empregado pelas professoras e na avaliação de como as aulas experimentais deveriam ser conduzidas.

Em relação à terceira grande ideia – o conceito de fazer Ciências e fazer escola – reconhece que existem formas melhores de lecionar ciências se comparadas ao modelo da transmissão do conhecimento.

Na resposta a questão 1, observa-se que ainda há o reconhecimento de que cumprir o roteiro de aula – caracterizado pela expressão fazer escola – elimina a possibilidade de entender como o conhecimento científico é construído.

Observando o final dessa resposta nota-se que PQRF atribuiu ao conteúdo específico um papel secundário uma vez que afirmou que o entendimento de como o conhecimento científico é construído deve ocorrer independentemente do conteúdo específico.

Nesse contexto, o propósito é levar os estudantes a entenderem o processo de construção do conceito (o fazer da ciência). Sendo assim, a aquisição do conteúdo específico passa a ser um efeito colateral do processo de investigação e

argumentação científica. Dessa maneira o conteúdo específico deixa de ser o foco da aula de modo que esse é empregado para favorecer que os estudantes entendam o fazer da ciência.

Conforme se verifica na resposta dada à questão 2, PQRF reafirmou o propósito citado acima destacando que o fazer da ciência pode ser vivenciado e entendido em uma aula em que a experimentação e a discussão estejam presentes. Desse modo, durante as discussões e realização de experimentos os estudantes devem ser levados a propor e testar hipóteses.

Durante o encontro 1 e ao longo dos demais encontros, da formação em serviço, é possível identificar episódios em que PQRF, em sua prática docente, estimulou o levantamento e o teste de hipóteses. No episódio interativo 2 observa-se uma das maneiras que empregou para fomentar o levantamento de hipótese.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 2

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P4	E também é assim, olha, eu estou construindo esse, o conhecimento. Eu estou relacionando com o aumento da temperatura, agitação das moléculas, então, a agitação delas. Olha, então, aumenta a temperatura, aumenta a agitação delas. Na minha cabeça. Agora, eu acho que a 100°C, essa panela vai estar explodindo porque essas moléculas estão muito agitadas. Elas estão em ebulição, elas tem que subir e a tampa da panela é uma força contra essa ebulição, que a ebulição está fazendo força para subir. Agora, e como que eu vou saber se está certo ou errado? De repente está tudo errado e vocês vão falar “é ela que está, é ela que está ensinando isso para essas crianças?”.
	2 P1	Está ensinando..
	3 PQRF	Não, não, não.
	4 P4	Tem que saber, gente.
	5 PQRF	Ao longo do processo, ao longo do processo, a gente vai construindo juntos.
	6 P4	Tá.
	7 PQRF	E outra coisa, P4, não tem... é uma Ciência, não tem uma verdade absoluta, tem verdades provisórias. Não se preocupa com isso. Faça o que você acha correto...

No turno 1 P4 levantou hipóteses acerca de qual seria o comportamento das moléculas de água em função da temperatura dessa substância. Em seu discurso P4 apresentava suas concepções e mostrava estar preocupada com o grau de precisão de suas repostas. Nesse contexto, tanto P4 quanto as demais professoras temiam cometer erros em suas explicações e ser julgadas por conta disso.

No turno 4 nota-se que P4 procurava obter de PQRF a resposta correta. Dessa forma solicitava que esse validasse ou não suas concepções de modo que pudesse saber qual é a resposta correta.

Nas respostas encontradas nos turnos 5 e 7, vemos manifestações do modo como PQRF concebia a construção científica e fomentava o levantamento de hipóteses.

No turno 5, PQRF afirmou que há um processo de construção de conhecimento em andamento. Sendo assim, ao longo desse processo haveria uma

construção conceitual que ocorreria em grupo. Nesse contexto são valorizadas, os levantamentos de hipóteses de todas as professoras.

Nota-se que PQRF valorizava o levantamento de hipóteses e explicitava ao grupo sua visão acerca da epistemologia da ciência. Ao afirmar que a ciência é formada por verdades provisórias procurava mostrar que todos os argumentos são válidos e que portanto tanto P4 quanto as demais professoras deveriam dar suas contribuições do modo que julgassem adequado.

Assim, considerava que a proposta de diferentes teorias era benéfica à argumentação e à construção do conhecimento. Como vemos, no turno 2 do episódio interativo 3, transcrito a seguir, PQRF já havia manifestado essa mesma concepção.

T2: Assim... a visão que eu tenho dos nossos últimos encontros... o que eu acredito que leva as pessoas a argumentar? É que na verdade elas tem um conhecimento prévio... e as pessoas também elas utilizam teorias e hipóteses que as outras pessoas também deixam disponíveis durante um debate. Eu dou exemplo... do meu exemplo com a E2 (PQRF refere-se a uma colega de turma cujas ideias deram subsídios a argumentação de PQRF). Eu cheguei num momento que eu esgotei as minhas teorias à respeito do experimento da vela, e a E2 fez uma... um comentário, uma contribuição que me abriu um novo horizonte. Então, isso me fez argumentar mais e eu até usei na verdade essa nova argumentação pra refutar uma colega. Então eu acho que essa... essa colaboração mútua de teorias tanto boas quanto ruins. Eu não tô falando também que as pessoas tem de falar coisas que têm razão científica e fundamentação teórica. Às vezes até uma coisa que não é uma... uma teoria cientificamente aceita pode te abrir novos horizontes e eu acho que isso é importante na argumentação.

Nesse turno observamos que PQRF considerava que tanto o conhecimento prévio quanto as teorias e hipóteses apresentadas pelos participantes da argumentação levam as pessoas a argumentar. Nesse turno e no CoRe II observamos que esse professor identificava a importância do levantamento de hipóteses durante a argumentação.

Assim valorizava-se a proposta de teorias mesmo que essas não tivessem fundamentação teórica uma vez que, em sua visão, podiam ampliar as visões acerca da situação-problema em discussão e favorecer a argumentação. Dessa maneira, mesmo que a teoria não tenha fundamentação teórica pode abrir novas perspectivas para os participantes de modo a favorecer com que esses enxerguem o problema a partir de uma ótica diferente. Além disso, no turno 7 PQRF afirmou que a construção da ciência se dá por meio de verdades provisórias. Isso significa que as ideias apresentadas pelos cientistas podem ser revistas e melhoradas. Nesse contexto, P4 deveria propor as ideias que achava corretas pois é dessa mesma forma que a ciências tem sido construída.

No episódio interativo 3, também retirado de transcrições do encontro 1 para formação em serviço, vemos manifestações de como PQRF incorporou e aplicou em sua prática docente o favorecimento do teste de hipótese.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 3

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Agora, tá OK. Já que vocês três tem uma linha de visão..
2	P4	Pensamento.
3	PQRF	De pensamento e a P2 discorda um pouco. Como que você poderia provar que vocês estão corretas?
4	P4	Mas então, olha, eu só tenho dúvida em uma coisa.
5	PQRF	Que experimento vocês poderiam propor?
6	P4	O que?
7	P1	Eu não poderia fazer, eu não penso...
8	PQRF	Vocês poderiam propor algum experimento? Alguma forma?
9	P1	Mesmo porque eu nem cozinheiro que nem elas, elas devem estar...
10	PQRF	Algum exemplo do dia-a-dia? Do cotidiano? Um experimento, uma forma de provar que... que a teoria de vocês tem fundamentação?

T21: Por que eu acho que a intervenção teórica ia encurtar o caminho do desenvolvimento delas. Porque de repente o que ela ia pensar? O professor de Química deu uma...

O episódio interativo 3 ocorreu após P2 tentar defender a concepção, mostrada no episódio interativo 1 do item 4.3.1.1, de que com o aquecimento as moléculas de água diminuem de tamanho enquanto que as moléculas de ar aumentam.

Desse modo, temos uma teoria que não está alinhada com o conhecimento científico e que mesmo assim é benéfica à argumentação pois foi de encontro às concepções das professoras gerando visões controversas no grupo. A partir dessa visão o grupo se polarizou, de modo que P1, P3 e P4 opunham-se às concepções mostradas por P2 no episódio interativo 1 citado anteriormente.

No turno 1 do episódio interativo 3, PQRF, identificou e empregou a controvérsia para fomentar o teste de hipótese. Nos turnos 3, 5, 8 e 10 procurou levar as professoras a testar suas hipóteses questionando-as acerca da possibilidade de provarem suas hipóteses.

Observamos que procurou fomentar o teste de hipótese por meio da proposta de desenvolvimento, por parte das professoras, de um experimento cujos resultados experimentais pudessem ser empregados para reforçar ou até refutar sua hipótese. Dessa forma, o experimento estaria a serviço de gerar as evidências que mostrariam se nas concepções das professoras havia ou não fundamento científico.

Com isso, vemos que o propósito era fazer com que as professoras, por meio da análise dos resultados experimentais, verificassem se suas hipóteses tinham fundamentação.

A partir dos resultados experimentais as professoras poderiam argumentar (re)afirmando suas concepções ou tendo de revê-las, favorecendo o processo de argumentação e reproduzindo o fazer da ciência.

Dessa maneira, vemos que PQRF, devido a visão de que a ciência se constrói por meio da experimentação, da interpretação e discussão dos resultados experimentais, do erro e da superação desse, deu liberdade para as professoras levantarem e testarem hipóteses do modo que julgarem correto.

Na tabela 11 estão relacionados os sete propósitos de ensinar por meio da argumentação científica e do laboratório investigativo elencados por PQRF no CoRe II.

Tabela 11: O conhecimento dos propósitos para ensinar por meio da argumentação científica encontrados no CoRe II.

Grandes Ideias	Propósitos
Existem formas adequadas e inadequadas de apresentar e conduzir uma situação-problema	1) Desenvolver as habilidades investigativas dos estudantes empregando situações-problema. 2) Fomentar a aprendizagem por meio do erro e de sua superação. 3) Favorecer o entendimento da epistemologia da ciência empregando argumentação na resolução de situações-problema.
Existem aulas experimentais com diferentes graus de liberdade intelectual	4) Fomentar a análise crítica do material didático escrito e roteiros experimentais e promover a ruptura com o modelo de transmissão de conhecimento em favor de aulas investigativas. 5) Levar as participantes a incorporar o laboratório investigativo em sua prática docente para que essas possam levar os estudantes a construir o conhecimento de maneira investigativa. 6) Levar os participantes do laboratório investigativo a entender o fenômeno no nível microscópico.
O conceito de fazer ciência e fazer escola	7) Levar os participantes a entender o processo de construção do conceito por meio do entendimento do fazer da ciência a partir do levantamento e teste de hipótese.

Com base na tabela 11 observamos que PQRF apresentou no CoRe II sete propósitos para lecionar as três grandes ideias elencadas. Nessa tabela vemos que os propósitos para lecionar por meio da argumentação científica estão mais voltados para:

- O desenvolvimento de habilidades investigativas.
- O desenvolvimento de uma prática docente orientada para o laboratório investigativo.
- O entendimento dos mundos microscópico e macroscópico.
- O entendimento da epistemologia da ciência.

Dessa forma, veremos no item a seguir como esses propósitos direcionam as estratégias instrucionais empregadas por PQRF durante a formação em serviço.

4.4.2.2 O conhecimento das estratégias instrucionais.

Ao analisarmos as respostas dadas à questão 7, verificamos as visões de PQRF acerca de quais estratégias instrucionais devem ser empregadas para atingir os propósitos encontrados na análise das respostas dadas à questão 2 do CoRe II.

Nessas análises foi possível estabelecer uma relação entre os propósitos presentes na tabela 11 e as estratégias instrucionais relacionadas a cada grande ideia no CoRe II.

Dessa forma, PQRF afirmou empregar as seguintes estratégias instrucionais relacionadas aos propósitos mostrados na tabela 11:

- a) **Posicionamento:** empregar ideias que levassem as professoras a posicionar-se a favor ou contra determinado argumento e rever seus próprios argumentos.
- b) **Justificativa com evidência:** empregar perguntas tais como: “Por quê?” “Como você sabe isso?” para melhorar o processo de justificativa de argumentos.
- c) **Possibilitar erros e acertos:** disponibilizar os materiais necessários à resolução da situação-problema e matérias desnecessárias.
- d) **Estímulo à refutação:** estabelecer discussões em que a refutação seja estimulada.
- e) **Fornecimento de conteúdo conceitual:** intervenções do professor para fornecer dados técnicos como, por exemplo: temperaturas de ebulição, fórmulas estruturais de compostos, significado de termos da Ciência etc.
- f) **Reflexão durante a argumentação:** intervenções que levem as professoras a confrontarem argumentos, propor hipóteses e teste experimental de hipóteses, reverem seus argumentos e mudar de posicionamento.

A seguir serão analisados episódios interativos retirados do encontro 2 em que PQRF apresentou em sua prática docente cada uma das estratégias relacionadas acima.

No episódio interativo 4, observa-se como PQRF estímulo à refutação e questões de posicionamento para levar as professoras a rever seus argumentos acerca do fenômeno de evaporação de acetona, álcool etílico e água.

A argumentação mostrada no episódio 4 ocorreu após as professoras realizarem a proposta experimental do encontro 2 descrita na tabela 4. Nesse experimento P4 umedeceu pedaços de algodão de dimensões semelhantes com acetona, álcool etílico e água e atritou esses algodões em três folhas de papel sulfite umedecendo-as com essas substâncias.

Feito isso, foram cronometrados os tempos de secagem e foi solicitado que as professoras desenhasssem como as moléculas estariam dispostas ao início do processo, durante a secagem e após o processo ter finalizado.

Em seguida, PQRF pediu para que as professoras socializassem suas ideias explicando os fenômenos em relação às diferenças nos tempos de secagem. Desse modo, no episódio interativo 4 vemos algumas das manifestações, na prática docente de PQRF, quando esse professor intentava fazer com que as professoras se posicionassem em relação a seu argumento.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 4

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P4	O carbono não influencia. Pelo que eu vi aqui. Pelo que eu penso.
2	PQRF	Você está tratando os dados experimentais, não é? Você concorda P3?
3	P3	Eu concordo com a P4. Eu também acho que não influencia.
4	PQRF	P2 você concorda que o carbono não influencia?
5	P2	É porque tem um monte.
6	P4	Comparando um com o outro.
7	PQRF	Então na mesma linha de raciocínio o hidrogênio também não.
8	P2	É.
9	PQRF	Quantos hidrogênios nós temos?
10	P2	Tem vinte aqui no óleo...
11	PQRF	Eeee... (PQRF gesticula com a finalidade de obter uma explicação das professoras acerca dos fatos em discussão) o que vocês podem discutir sobre os dados apresentados, sobre as moléculas.
12	P4	Não é como estão ligadas essas moléculas? Quem tá ligado a quem? Porque olha... lá o oxigênio...
13	P2	Tá ligado com o hidrogênio (referindo-se a uma representação na lousa da molécula da água) e lá tá soltinho (referindo-se ao desenho da molécula de etanol).
14	P4	Aí na água é uma de oxigênio pra duas de hidrogênio ligada. Não é?
15	PQRF	Por que você pensa assim P4?
16	P4	Quando você desenhou eu comecei a ver a molécula como ela é por dentro. O esquelequinho dela. Eu não via antes.
17	P2	Como ela era formada, né?
18	P4	Antes a gente desenhava bola.
19	P2	É.
20	P4	Agora eu tô vendo como ela é por dentro. Então eu tenho de pensar dentro dela.
21	P2	É. Do que ela é formada.
22	P4	Do que ela é formada, não é? Por que da formação dela...
23	PQRF	É uma boa linha de raciocínio.

Destacamos que nos momentos anteriores a esse as professoras afirmavam que quanto mais carbonos e mais hidrogênios estivessem presentes na fórmula estrutural do composto maior deveria ser a taxa de evaporação.

Contudo, antes do início do episódio PQ, por sugestão de PQRF umedeceu uma folha de sulfite com óleo vegetal. PQRF desenhcou na lousa a fórmula estrutural do óleo, marcou o tempo de secagem e apresentou os resultados experimentais para as professoras.

Assim, conforme verifica-se no início do episódio interativo 4, P4 começou a abandonar a ideia de que a taxa de evaporação era diretamente dependente da quantidade de carbonos e hidrogênios na fórmula.

Notamos ainda nesse episódio que PQRF empregou a contribuição de P4 para estimular a refutação. Podemos notar isso nos turnos 2 e 4, pois, nesses turnos, procurou verificar se P3 e P2 corroboravam a afirmação de P4 ou se essas possuíam visões antagônicas que poderiam ser empregadas para fomentar a argumentação.

Como PQRF procurava mostrar que a relação de causa e efeito das diferentes taxas de evaporação não estava diretamente relacionada com a quantidade de átomos de carbono e hidrogênio presentes nas moléculas e as professoras corroboraram a proposta de P4, como vemos no turnos 11 e 15, foram lançadas questões de posicionamento.

A estratégia empregada por PQRF foi levar as professoras a explorar conceitualmente o fenômeno de modo a favorecer a argumentação. Com isso, as professoras levantaram a hipótese de que a taxa de evaporação depende de quais átomos estão ligados, como vemos nos turnos 13 e 14.

Desse modo, ao longo do episódio 4 e particularmente nos turnos 11 e 15 observa-se a estratégia proposta no CoRe II de fazer as professoras se posicionarem contra ou a favor de um argumento ou rever seu próprio argumento. Essa proposta se configurou numa prática em que PQRF empregou questões de justificativa com evidência, como por exemplo a questão: *Por que você pensa assim?*

Além disso, podemos verificar no episódio interativo 5 que esse professor empregou questionamentos mais aprofundados contextualizando a situação-problema com fenômenos do cotidiano.

No episódio 5 observa-se que P2, mesmo após ter corroborado a contribuição de P4 no episódio 4 relacionava a taxa de evaporação à presença de oxigênio. No turno 2 PQRF ainda emprega uma questão mais geral sem contextualizar com fatos do cotidiano.

Com isso, foi possível sondar as concepções de P2 e determinar que essa professora apresenta a concepção enganosa de que como o oxigênio faz parte do ar atmosférico, todos os compostos que possuem oxigênio em suas fórmulas devem evaporar. Dessa forma no turno 4 PQRF empregou uma questão que contextualizava a discussão a partir de uma vivência cotidiana com o fenômeno de evaporação.

Ao questionar P2 acerca da evaporação da gasolina vemos que fazia parte da intencionalidade de PQRF desarticular sua concepção enganosa e favorecer a construção de uma visão mais alinhada com a proposta científica para o fenômeno.

Com isso, nos turnos 5 e 7, na tentativa de sustentar sua tese, P2 perguntou se existem átomos de oxigênio na estrutura do hidrocarboneto gasolina e como seria sua fórmula estrutural. No turno 9 nota-se que P2 sabia que a gasolina evaporava e que portanto, nesse contexto, deveria ter átomos de oxigênio em sua estrutura.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 5

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P2	Por que... primeiro é assim, eles evaporam. Todos eles... porque eles têm oxigênio. Todos eles.
2	PQRF	Por que você pensa assim, que todos eles evaporam porque têm oxigênio.
3	P2	Por que é o ar. O ar evapora é formado por...
4	PQRF	Gasolina evapora?
5	P2	Tem oxigênio?
6	P4	Evapora!
7	P2	Como é a molécula da gasolina?
8	P4	Mas gasolina evapora (Referindo-se a P3).
9	P2	Evapora. Tem oxigênio então.
10	P3	Evapora.
11	P4	Vai ver que não tem.
12	P2	Vai ver que não tem (risos)
13	P3	(Risos). Ai caramba.
PQRF desenha uma molécula de gasolina na lousa		
14	P2	Não tem oxigênio e evapora. Então o oxigênio não tem nada a ver com essa história (olhando para o desenho enquanto falava).
15	PQRF	Eu coloquei oito mas tem moléculas com sete carbonos... mas gira entorno de sete oito.
16	P2	Mas eu ia falar que era a combinação do H e C . Mas não tem nada a ver porque a água não tem C e evapora (analisando as fórmulas escritas na lousa).

Assim, é possível identificar mais uma estratégia considerada e empregada por PQRF na formação dessas professoras. Entre os turnos 13 e 14 esse professor forneceu conteúdo conceitual de modo a favorecer uma análise, por parte de P2, do argumento e posicionar-se contra ou favor desse.

Identificamos ainda que mesmo com o fornecimento do conteúdo conceitual PQRF não forneceu respostas prontas. Assim, sua prática docente ainda estava orientada pela ideia de fornecer a resposta interrompe o processo de argumentação e a construção de conhecimento.

Com base nesses dados e comparando-os com os dados coletados por meio do CoRe I e nas discussões do planejamento da formação em serviço, afirmamos que ao longo do planejamento e execução dessa formação, PQRF desenvolveu um conhecimento de estratégias instrucionais que lhe capacita a lidar com as demandas que surgem durante uma aula argumentativa.

Como vemos nos episódios 4 e 5, independentemente das hipóteses levantadas pelas professoras, PQRF manteve-se firme aos seus propósitos acerca de como lecionar evaporação empregando argumentação e as estratégias instrucionais relacionadas a esses propósitos.

Notamos ainda que transitou em uma linha tênue entre fornecer uma resposta pronta (finalizando o processo de argumentação) e fornecer o conteúdo conceitual de modo adequado (favorecendo a argumentação, o posicionamento e a tomada de consciência do fenômeno).

Com a contribuição oral e o fornecimento do conteúdo conceitual favoreceu que P2 revisse seu argumento e se posicionasse de forma contrária a sua proposta inicial para explicar as diferentes taxas de evaporação.

Analisando mais dados do encontro 2 foi possível detectar que PQRF empregou duas outras estratégias, não apresentadas no CoRe II, para favorecer o posicionamento das professoras acerca do fenômeno de evaporação além do posicionamento, justificativa com evidência e da reflexão durante a argumentação.

Sendo assim, de modo geral, PQRF empregou as estratégias argumentativas denominadas por Simon et al. (2006) de **Construção de argumento, Avaliar argumentos, Justificativa com evidência, Posicionamento e Reflexão durante a argumentação**. Com essas estratégias buscou-se respectivamente:

- a) Engajar os estudantes no processo de argumentação por meio de textos escritos ou apresentações.
- b) Favorecer que os estudantes emitam juízo de valor a respeito de determinado argumento tomado como exemplo.
- c) Tentar melhorar o processo de justificativa com perguntas do tipo: “Por quê?” “Como você sabe isso”?
- d) Encorajar ideias que conduzam a tomada de um posicionamento bem definido.
- e) Encorajar estratégias, visando a mudança de posicionamento ou devido ao reexame do próprio argumento ou por influência do argumento produzido por outros.

No episódio interativo 6 podemos ver de que modo PQRF fomentou a construção de argumento durante sua interação com as professoras no final do encontro 2.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 6

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Aqui trata-se da visão de dois estudantes acerca da evaporação da água. E eu vou ler a duas visões por que tá cortando uma parte... O estudante 1 disse... a gente quer saber na verdade aqui se as professoras concordam com um dos dois, se não concordam com nenhum e porque concorda com um e não concorda com o outro. Estudante 1: “A água evapora pois o vento ao entrar em contato com a superfície arrasta as moléculas”. Estudante 2: “A água evapora pois sua molécula é muito reativa, reagindo assim com o ar do ambiente formando outras substâncias”. Qual visão as professoras acreditam ser mais afinada com o discurso científico. A água evapora pois o vento arrasta suas moléculas... por atrito ou a água evapora pois a sua molécula é muito reativa reagindo assim com o ambiente formando outras substâncias.
2	P4	Eu acho. Pra mim... ele ia na segunda devido a essa ideia... como você falou agora de... de ser algo assim... mais científico. Por que vai falar... evapora a molécula é reativa. Entendeu? Reagindo com o ar e formando outras substâncias. Então ele vai ai.
3	PQRF	Não... é assim. A professora acha que o segundo estudante que está mais correto que o primeiro?
4	P4	Aaaah! Qual é o mais correto?

No início do episódio 6, PQRF apresentou para as professoras um *slide*, mostrado na figura 34, no qual foram apresentadas duas visões controversas acerca do fenômeno de evaporação.

Ressaltamos que a confecção desse *slide* foi feita por PQRF de modo que esse professor também foi encarregado de selecionar as frases que julgasse mais adequadas para favorecer a argumentação das professoras e fomentar o posicionamento dessas.

Explicações de 2 estudantes acerca da evaporação da água.

Estudante 1 – “A água evapora pois o vento ao entrar em contato com sua superfície arrasta as moléculas”.

Estudante 2 – “A água evapora pois sua molécula é muito reativa, reagindo assim com o ar do ambiente formando outras substâncias”.

Figura 34. Imagem do *slide* contendo visões controversas acerca da evaporação da água.

Além disso, também ficou a cargo de PQRF selecionar a estratégia de apresentação da situação-problema para as professoras. Nesse contexto a maneira de apresentar ao problema às professoras, presente no turno 1, foi elaborada exclusivamente por esse professor.

Observando o turno 1, vemos que PQRF procurou engajar as professoras na análise desses argumentos empregando como parâmetro o discurso aceito pelo meio científico para o fenômeno.

Nota-se ainda que intentava fazer com que as professoras se posicionassem a favor e contra algum dos argumentos ou até mesmo contra ambos. Porém em qualquer caso deveriam explicar o porquê de seu posicionamento.

Dessa forma, objetivava-se favorecer o engajamento das professoras em ideias que as levassem a uma escolha com a qual essas tomassem um posicionamento bem definido.

É possível notar ainda que com essa estratégia também intentava-se que as professoras avaliassem os argumentos uma vez que ao se posicionar deveriam emitir juízo de valor acerca dos argumentos presentes na figura 34.

Na comunicação verbal presente no episódio interativo 7, observamos os desdobramentos dessas estratégias no processo de argumentação.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 7

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Isso. Qual as professoras acham que é o mais correto.
2	P3	Eu acho que é a dois.
4	P2	Eu também.
5	P3	Porque eu não acho que o vento arrasta.
6	P2	Arrasta?
7	PQRF	O atrito? Vocês acham que o vento arrasta? O que... qual o experimento que vocês poderiam fazer aqui na escola pra provar que tá certo ou que está errado o estudante 1?
8	P2	A água evapora pois o vento arrasta as moléculas (Lendo o texto projetado no slide). Então pera aí. A água evapora pois o vento arrasta.
9	PQRF	Tem algum experimento que as professoras poderiam fazer aqui na escola pra provar que o estudante 1 tá errado?
10	P4	Agora mas como é que molécula de água é muito reativa?
11	P2	Não...o 1 né que você tá dizendo?
12	PQRF	Não o 1. Tem algum experimento que vocês poderiam fazer aqui na classe pra provar que o estudante 1 está incorreto?
13	P2	Incorreto? Ah...pensei que tinha que falar que tá correto.
14	PQRF	Vocês não acham que ele tá correto. Veja nós temos ventiladores.
15	P2	É... não. Ele ia chegar e falar não professora vamos por água aqui embaixo do ventilador... aí daqui a pouco ia estar evaporando mesmo. Aí ele ia falar tá vendo o vento arrasta.
16	PQRF	Sim mais você não acha que seria válido a gente fazer isso pra provar que ele não está correto ou que ele está correto. Um ventilador, uma folha umedecida.
17	P2	É.
18	PQRF	Não sei. As professoras tem que pensar num experimento pra provar que ocorre ou não ocorre. Existe atrito do vento com a superfície da água?
19	P3	Tem. Eu acho que tem.
20	P2	Eu também acho.
21	PQRF	A P4 também acha? Existe atrito do vento com a superfície da água?
22	P4	Eu acho que tem. Porque forma as ondas.
23	PQRF	E o que o atrito produz?
24	P2	Força?
25	P3	Movimento na água.
26	PQRF	Se você ficar atritando aqui? (PQRF atrita sua mão contra uma folha de sulfite umedecida com água)
27	P4	Aquece.
28	PQRF	Aquece.
29	P2	Isso faz com que o vento que vai entrar em contato... vai esquentando... e vai arrastando as moléculas.
30	PQRF	É uma visão.
31	P4	Tá vendo como a gente tá mudando...
32	P2	Éeeeé!
33	P4	Tá pensando que a primeira tá correta. Mais do que a segunda.
34	PQRF	(Risos) É isso que acontece.
35	P4	Tá vendo. Nós já estamos acreditando na primeira.
36	PQRF	Começou com a primeira completamente errada.
37	P4	Tá vendo.
38	PQRF	Isso é Ciência... é <i>doing Science</i> . Fazer Ciência.
39	P4	A gente já tá começando a achar que a primeira é mais correta. Porque a gente conseguiu ver que tá tudo perfeitinho. Ooooó... a gente viu que tem atrito...
40	P2	Que tem vento
41	P4	Que tem vento. Ela disse que produz calor (Referindo-se a P2) o atrito.
42	P2	Aí arrasta as moléculas.

Nos turnos 7, 9, 12, 16 e 18 vemos que o posicionamento das professoras desempenhava um papel importante em todo o processo. Nesses turnos esse professor procurava levar as professoras a obterem evidências experimentais acerca

do argumento do estudante 1 com a finalidade de, a partir dessas evidências, refutá-lo ou aceitar sua proposta.

Ao longo desses turnos observa-se que PQRF procura melhorar a justificativa da tomada de posicionamento por meio de evidências experimentais obtidas pelas próprias professoras. Embora no episódio 7 não foram empregadas perguntas tais como – “Por que?” “Como você sabe isso?” – esse professor procurou levar as professoras a respondê-las experimentalmente. A partir disso, relacionamos essa estratégia com a justificativa com evidência encontrada no trabalho de Simon et al. (2006).

Entre o final do turno 18 e o turno 30, PQRF procurou criar uma linha de raciocínio por meio da qual as professoras fossem engajadas em ideias que levassem a um posicionamento definido.

Assim, empregou a ideia de atrito e sua relação, verificada no cotidiano, com o aquecimento. Com isso, as professoras foram engajadas nessas ideias a partir de seu conhecimento prévio e de suas vivências cotidianas.

Assim vemos que a partir do final do turno 18 até o turno 30, procurou engajar as professoras na ideia de que existe atrito entre o vento e a superfície da água e que esse atrito causa o aquecimento e o arraste de moléculas de água favorecendo a evaporação. Nesse contexto vemos, na estratégia empregada, o que Simon et al. (2006) denominaram de estratégia de posicionamento.

Ao analisarmos o restante do episódio 7, vemos que como resultado da condução de PQRF as professoras abandonaram seu posicionamento original e passaram a se posicionar em favor do argumento produzido pelo estudante 1.

Entre os turnos 31 e 42, vemos um processo de reflexão durante a argumentação. No turno 31 P4 identificou que a partir da sequência de ideias propostas as professoras estão iniciando um processo de mudança de visão acerca da validade dos argumentos.

Assim, nesses turnos ocorreu a tomada de consciência de que a linha de raciocínio desenvolvida por PQRF apresentava evidências de que o argumento do estudante 1 estava mais alinhado com a visão científica para a evaporação.

No turno 38 vemos a presença de dois propósitos elencados por PQRF para o trabalho com argumentação científica encontrados na tabela 11. Na frase – *Isso é Ciência... é doing Science. Fazer Ciência*” – identificamos os propósitos:

- i) Desenvolver as habilidades investigativas das professoras empregando situações-problema.
- ii) Favorecer o entendimento da epistemologia da ciência empregando argumentação na resolução de situações-problema.

4.4.2.3 O conhecimento da compreensão das professoras acerca da argumentação científica.

Nas respostas dadas às questões 4 e 5 vemos o conhecimento que PQRF tinha acerca das dificuldades e compreensões das professoras a respeito de aulas argumentativas e laboratórios investigativos.

Em relação à grande ideia – Existem formas adequadas e inadequadas de apresentar e conduzir uma situação-problema – vemos que afirmou que as professoras deveriam ter quatro dificuldades para aprender e colocar em prática essa grande ideia. Essas dificuldades estão elencadas a seguir:

- 1) Criar situações-problema que possibilitem aos estudantes errar e superar seus erros.
- 2) Identificar o erro no argumento dos estudantes.
- 3) Fazer perguntas que levem os estudantes a repensar seu argumento.
- 4) Conhecimento incipiente acerca do fazer da Ciência. Isso demanda o fornecimento de um modelo de situação-problema para que elas apliquem em suas aulas.

As dificuldades (1) e (3) já haviam sido elencadas no turno 8 do episódio interativo 1 do item 4.0 transcrito a seguir:

T8: Aquele modelo de Toulmin... ele é fantástico. Principalmente aliado a um experimento. Então eu acho que... pra elas é muito difícil desenvolver a argumentação porque elas não fundamentaram isso na graduação.

Dessa forma considerava que era a falta de conhecimento e vivência com argumentação científica que se configuraria em um entrave que em primeiro lugar impediria a criação de situações-problema em que o erro e a superação desse fossem possíveis.

Em segundo lugar devido a essa falta de vivência seria impedida também que as professoras tivessem um repertório contendo perguntas que levassem seus estudantes a repensar seus argumentos.

Essa concepção possivelmente se originou no momento em que PQ e PQRF analisaram a aula de P4. Conforme se verifica entre os turnos 4 e 11 do episódio interativo 17 do item 4, transcritos a seguir, PQRF já identificava que a partir do modelo de aula que P4 adotava, as perguntas que favorecem a argumentação levando os estudantes a repensar seu argumento eram descartadas.

T4: (PQ) Olha! O garoto disse assim... Eu não. (PQ pausa o vídeo para falar com PQRF) Olha só o garoto disse eu não e a fala dele foi simplesmente desprezada.

T5: (PQRF) (Risos)

T6: (PQ) Vamos ouvir (PQ volta na cena do vídeo o vídeo se inicia. PQRF pausa vídeo pra falar).

T7: (PQRF) E ela perdeu uma excelente oportunidade de argumentação.

T8: (PQ) Exato. Mas...

T9: (PQRF) Olha gente esse aluno acha isso. Alguém ouviu? (PQRF exemplifica como deveria ser a contribuição oral de P4).

T10: (PQ) Mas você sabe por que ela faz assim? Porque ela não está acostumada a fazer isso.

T11: (PQRF) É o modelo dela.

No turno 4 PQ chamou a atenção para o fato de que uma fala controversa de um dos estudantes foi desconsiderada. Vemos nesse trecho do episódio que PQRF identifica que P4 perdeu uma excelente oportunidade para fomentar a argumentação e dá sugestões de como fazê-lo.

Além disso, no turno 11, podemos identificar que a análise da aula de P4 é uma das possíveis fontes da tomada de consciência, por parte de PQRF, da dificuldade 3. Nesse turno esse professor admite que a partir do modelo de aula de P4 essa professora não estava familiarizada com a estratégia de propor questionamentos que levem os estudantes a repensar seus argumentos. Nesse contexto o modelo de aula das professoras se configura no gerador da dificuldade 3.

Ao analisarmos esses dados, verificamos ainda que a dificuldade 3 está relacionada à dificuldade 2. Isso ocorre porque as professoras somente incorporariam perguntas que levassem os estudantes a reverem seus argumentos caso essas identificassem que nesses argumentos há visões controversas e que essas visões podem ser empregadas para fazer as pessoas repensarem suas posições na argumentação.

Dessa forma, a falta de conhecimento acerca de argumentação gera outro entrave para que P4 empregue os argumentos dos estudantes para favorecer a revisão e melhora da qualidade desses argumentos, conforme transcrição do turno 3 do episódio interativo 18 do item 4.0.

T3: Porque se ela tivesse com a controvérsia na cabeça ela ia tá muito mais preparada pra ouvir um não coloco do que eu coloco.

Conforme observa-se no turno 3, PQRF admitia que a falta de vivência com argumentação das professoras impedia que essas estivessem predispostas a identificar a controvérsia na fala dos estudantes e empregá-la de modo adequado em suas aulas.

Essa concepção é reforçada pela proposição da dificuldade 4. Por meio dessa afirmava-se que as professoras possuíam um conhecimento incipiente acerca do fazer da ciência. Desse modo, essas necessitariam de modelos de práticas argumentativas que lhes auxiliassem a incorporar a argumentação em suas aulas.

No turno 18 do episódio interativo 9 do item 4, PQRF reconheceu que as professoras vivenciarem o ensino investigativo poderia criar um modelo pedagógico para ser empregado ao lecionar, conforme verifica-se a seguir.

T18: E isso vai criar na cabeça delas realmente uma, um modelo pedagógico pra ensinar pros...

Notamos também com isso que o conhecimento dessas dificuldades já havia surgido durante a interação com PQ e identificamos que esse conhecimento ainda era manifestado, durante o preenchimento do CoRe II ao final desses encontros.

Observando a resposta da questão 6, para essa grande ideia, vemos dados que corroboram as inferências feitas anteriormente. Nessa resposta afirmou-se que o fato das professoras não terem acesso à argumentação científica em sua graduação desfavorece com que esses percebam os benefícios de empregar essa estratégia em suas aulas.

Ressaltamos que durante o planejamento da formação em serviço PQRF teve acesso ao conteúdo das entrevistas das professoras e constatou que essas tinham uma formação científica incipiente e que, nesse contexto, não tinham tido contato com a argumentação científica e o ensino investigativo.

Sendo assim, destacamos que a apresentação do contexto dessa pesquisa, descrito no capítulo 3, durante os encontros para planejamento também favoreceu o desenvolvimento do conhecimento da compreensão das professoras acerca de argumentação científica e também contribuiu para o desenvolvimento do PCKarg desse professor.

A partir da análise das respostas dadas a grande ideia – Existem aulas experimentais com diferentes graus de liberdade – vemos que PQRF identificava três barreiras que dificultariam o aprendizado das professoras conforme verifica-se a seguir:

- 1) Abandonar o conceito tradicional de aulas “receita de bolo”.

- 2) Sentir seguras para lecionar sem o controle e a previsibilidade de resultados gerados pelos roteiros de aula.
- 3) Abandonar a ideia de que o professor deve seguir o livro didático e direcionar completamente o trabalho experimental.

Ao analisarmos as três dificuldades elencadas acima, verificamos que todas estão relacionadas com os graus de liberdade propostos no trabalho de Pella (1969). Com isso, verifica-se que PQRF admitia que as professoras teriam dificuldade de abandonar a “aula receita de bolo” pois os roteiros de aula favorecem que as professoras tenham controle da aula. Sendo assim, essas também não deixariam de seguir o roteiro do livro didático e direcionar completamente o trabalho experimental uma vez que esses procedimentos as colocam em uma situação de segurança durante as aulas.

Analisando a resposta 6 para a segunda grande ideia no CoRe II, é possível observar que ao menos dois fatores foram geradores do conhecimento das dificuldades elencadas acima.

Assim, PQRF citou como o primeiro fator que lhe influenciava ao lecionar a segunda grande ideia era o conhecimento trabalho de Pella (1969) citado no trabalho de Carvalho (2010).

Em segundo lugar citou a influência da aula do barquinho proposta pelo Lapef. Conforme mostrado na análise do episódio interativo 9 do item 4, ao assistir o vídeo do Lapef, PQRF tomou consciência de qual deveria ser a estrutura de um laboratório investigativo. Dessa forma, pode compreender quais seriam os passos para implementar essa estratégias com as professoras, conforme vemos nas transcrições dos turnos 1 a 6 a seguir.

T1: (PQ) Entendeu? Esse é o contexto que eu acho que a gente deve favorecer lá pra elas... porque essa é uma coisa que elas podem fazer lá com os pequenos.

T2: (PQRF) O como e o porquê é muito forte.

T3: (PQ) Como e por que. E a gente pode questionar as explicações delas... questionar o como e o porquê.

T4: (PQRF) Sim. E então a gente começa apresentando os materiais, a situação-problema.

T5: (PQ) Isso. Problema aberto. Resolve.

T6: (PQRF) Resolve. Resolveu... Como? Por quê?

Ao observarmos as respostas dadas à grande ideia – o conceito de fazer ciência e fazer escola – vemos que o conhecimento de PQRF da compreensão das

professoras está alinhado com os conhecimentos mostrados para a segunda grande ideia. Nessa grande ideia novamente verificamos que PQRF afirma que as discussões para planejamento em serviço e a leitura do artigo de Jimenez-Aleixandre (2000) eram fatores que o influenciavam ao lecionar essa grande ideia.

Sendo assim, a partir dessa leitura e das discussões presentes no planejamento da formação em serviço PQRF identificou um aspecto que favorece a incorporação da argumentação científica na prática docente e consequentemente uma barreira presente nas professoras participantes dessa pesquisa.

Com isso, observamos que apresentar novamente para PQRF o trabalho de Pella (1969), o vídeo do Lapef e o trabalho de Jimenez-Aleixandre (2000), durante o planejamento da formação, favoreceu com que esse professor tomasse consciência da compreensão das professoras acerca do trabalho com argumentação científica e de quais conhecimentos deveriam estar presentes na formação de professores para que esses incorporassem a argumentação científica e o laboratório investigativo em suas aulas.

Além disso, no episódio interativo 8, retirado da entrevista com PQRF e transcrito a seguir, observamos sua visão acerca da influência do planejamento da formação em serviço na sua preparação para as interações com as professoras.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 8

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Muito bom. Qual a sua visão a respeito dos encontros para planejamento, para a sua formação, para a sua preparação para trabalhar com as professoras, o que esses encontros trouxeram pra você?
2	PQRF	Trouxe... Trouxe estratégia, foi uma coisa muito boa, os encontros me trouxeram, me deram um norte na verdade né? Deram-me um norte, me mostraram como conduzir passo a passo um processo que na verdade eu não conhecia tão bem, eu tinha uma ideia das suas aulas né... A gente já tinha desenvolvido uma estratégia, mas uma coisa é você estar do lado de cá, a outra é você estar do lado de lá. Então quando eu tive que conduzir que criar a problemática e conduzir a situação, eu senti até um pouco de dificuldade, mas as aulas preparatórias, aqueles encontros preparatórios, eles me forneceram meios de conseguir, de conduzir, ou seja, nós desenvolvemos uma estratégia eu aprendi o passo a passo, a intervir o mínimo possível para deixar as alunas, naquele caso as professoras de pedagogia realmente desenvolverem as suas ideias, extrapolar em suas ideias, intervir só pontualmente. Então aqueles encontros preparatórios foram de fundamental importância, eu adquiri esta consciência, de não intervir muito na argumentação, intervir só se necessário.

Nota-se no turno 2 que PQRF reconhece a importância dos encontros de planejamento na sua preparação para a interação com as professoras. No turno 2 vemos que esse professor reconhece que estar na posição de formador, gerou demandas cognitivas que expandiram seus conhecimentos acerca de argumentação. Dessa forma, afirmou que os encontros lhe deram a estratégia necessária para conduzir adequadamente as interações com as professoras.

Contudo, embora reconheça que apenas seu conhecimento de estratégias argumentativas foi favorecido durante os encontros de planejamento, com base nas análises deste trabalho afirmamos que nesses encontros o conhecimento do contexto das professoras e as discussões acerca desse contexto favoreceram o aprofundamento além do conhecimento de estratégias instrucionais, o aprofundamento do conhecimento da compreensão das professoras acerca da argumentação científica e de quais aspectos as professoras deveriam conhecer para que essas incorporassem essa estratégia de aula em sua prática docente.

Assim, após os encontros de planejamento PQRf elencou no CoRe II sete barreiras que as professoras deveriam transpor ao trabalhar com argumentação científica. Sendo assim, ao final desses encontros esse professor possuía um conhecimento mais robusto da compreensão das professoras.

4.4.3 Análise do CoRe III

O CoRe III foi preenchido após os encontros para a formação em serviço. Foi solicitado a PQRf que respondesse a esse CoRe com base nas respostas dadas ao CoRe II. Dessa forma, foi explicitado a esse professor que ao preencher o CoRe III ele poderia:

- 1) Mudar totalmente ou parcialmente as grandes ideias presentes no CoRe II.
- 2) Manter as grandes ideias e mudar somente as respostas (parcial ou totalmente).
- 3) Manter as grandes ideias e repostas.
- 4) Adicionar mais grandes ideias e respondê-las.

Conforme verifica-se na figura 33 PQRf manteve as três grandes ideias do CoRe II e suas respectivas respostas. Além disso, verificamos que foram adicionadas as três grandes ideias relacionadas a seguir:

- i. A argumentação deve ser iniciada a partir das visões controversas.
- ii. Representações pictóricas podem favorecer a argumentação.
- iii. Os estudantes possuem patrimônios culturais diferentes.

Da mesma forma como feito para o CoRe II analisaremos a seguir os propósitos, presentes no CoRe III, para ensinar o conteúdo específico, o conhecimento de estratégias instrucionais e a compreensão dos estudantes presentes.

4.4.3.1 O conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico.

Em relação à primeira grande ideia – A argumentação deve ser iniciada a partir de visões controversas – PQRF acreditava que a situação-problema deveria estimular o surgimento de visões controversas e a partir dessas desenvolver suas habilidades investigativas.

Assim mostrava a concepção de que é preciso uma força propulsora para a argumentação. Dessa forma, a controvérsia continha os elementos por meio dos quais a argumentação poderia ser iniciada e desenvolvida.

Observamos ainda que baseava essas concepções no fato de que os estudantes possuem patrimônios culturais diferentes. Com isso, esses teriam concepções prévias diferentes. Dessa maneira, esses teriam visões controversas acerca de uma mesma situação-problema de modo a argumentar de forma diferente, gerando controvérsia, alimentando a argumentação.

Isso foi identificado por PQRF nos encontros com as professoras como, por exemplo, no episódio interativo 9.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 9

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P2	Então, como o ar agora está super expandido dentro da panela a 100°C, não tem espaço e aí começa a sair pela válvula da... da panela, né.
2	P4	É a que apita, né.
3	P2	E aí a água está... o que acontece? A água está diminuindo. Se ela diminui é porque as moléculas de água estão menores. Ah, foi isso que eu achei.
4	PQRF	Ah, é uma visão. Você concorda? (PQRF pergunta a P1)
5	P4	Ou evaporou mais, ou passou para, ou..
6	P1	Mas a água não diminui. De acordo com o que ele falou lá, a água não diminui.
7	P2	Não, de acordo com os meus conhecimentos.
8	P4	Não é que água está diminuindo, na realidade ela está passando para a forma de vapor em mais quantidade.
9	P3	É.
10	P2	Então.
11	P4	Ela diminui no sentido de..
12	P1	Mudança de estado físico.
13	P4	Isso. Você... Exatamente.
14	PQRF	Viu como já chegou numa outra visão sem eu precisar interferir? (PQRF falando diretamente a P1).
15	P4	É isso mesmo.
16	P2	Mas então, mas é por isso que a água diminui.
17	P4	Não é diminuir de tamanho.
18	P2	Não, ela diminui.
19	P4	Mas não de tamanho.
20	P2	Ela diminui. Quando você põe água no feijão...
21	P1	A quantidade, ela está falando.
22	P2	Você não põe (inaudível).
23	P4	Mas então, desde o começo eu não falei? Mas essa panela está sempre pela metade? Foi a pergunta.
24	PQRF	A pergunta, é boa.

O episódio interativo 9 foi retirado do encontro 1 da formação em serviço e nele podemos ver um exemplo de como as visões controversas das professoras, desencadeadas pela situação-problema proposta na atividade 1 da tabela 4 favoreceram a argumentação.

Analisando o episódio interativo 9, detectamos a presença de elementos que reforçam a concepção de que as visões controversas devem ser empregadas para iniciar a argumentação. Nesse episódio verificamos que em cerca de 28% dos episódios as professoras levantaram hipóteses acerca da situação-problema.

Nos turnos 1, 3, 6, 7, 11, 12 e 16 P2, P1 e P4, levantaram hipóteses acerca do que deve ocorrer com o tamanho das moléculas de água durante a ebulição dessa substância. Observa-se que há duas visões controversas competindo durante a argumentação.

De um lado temos a proposta de P2 que as moléculas de água diminuem seu tamanho durante a ebulição e de outro temos P1 e P4 afirmando que não há diminuição do tamanho das moléculas e sim da quantidade de moléculas no líquido devido a mudança de fase. No turno 8 P4 refutou a hipótese de P2 apresentando como justificativa o fenômeno de mudança de fase.

No turno 14 PQRF procurou evidenciar para as professoras uma importante característica, em sua visão, da argumentação científica da forma como estava sendo conduzida naquela atividade. Assim, segundo essa visão, era possível que as professoras construíssem conhecimento sem a intervenção direta desse professor fornecendo respostas prontas.

Destacamos que ao longo dos encontros entre PQRF e as professoras polivalentes em vários episódios as professoras apresentaram visões controversas que favoreceram a argumentação e engajaram as professoras em uma discussão como podemos observar no episódio 9.

Dessa forma no CoRe III vemos que PQRF colocou como primeira grande ideia a situação-problema e a controvérsia, que pode surgir a partir dessa, para fomentar a argumentação e desenvolver as habilidades investigativas das professoras. Nesse sentido afirmamos que a vivência com a controvérsia durante os encontros com as professoras ampliou o repertório dos propósitos ao ensinar argumentação e favoreceu o desenvolvimento do PCKarg desse professor.

Isso ocorreu porque o propósito de desenvolver as habilidades investigativas dos estudantes, na concepção de PQRF no CoRe III incorporou o emprego de visões controversas e a relação dessas com a situação-problema. Nesse contexto, após a formação em serviço passou a considerar que a apresentação da situação-problema

necessita das visões controversas para fomentar a argumentação e favorecer o desenvolvimento de habilidades investigativas.

Na concepção de PQRF o domínio do conceito de visão controversa, por parte das professoras, favoreceria com que essas conduzissem a argumentação sem dar respostas prontas.

O propósito de ensinar o conceito de visão controversa se relaciona ao fato de que era importante que as professoras entendessem e se apropriassem desse conceito para também conduzir adequadamente aulas argumentativas.

Assim PQRF identificou, conforme observa-se na resposta para a questão dois do CoRe III, que no momento que as professoras dominarem esse conhecimento saberão se devem intervir ou não e que tipo de intervenção devem fazer de modo que não prejudiquem o desenvolvimento das habilidades investigativas dos estudantes.

Ressaltamos que uma das origens dessa concepção é manifestada no turno 14 do episódio interativo 9.

Analisando ainda a resposta dois vemos que ao apresentar essa grande ideia procurou-se levar as professoras a entender que fomentando a controvérsia os estudantes são estimulados a argumentar.

Nesse contexto, os professores não necessitam dar respostas prontas e podem dedicar-se a fazer boas perguntas. Desse forma, identificamos que o propósito era ensinar o conceito de visão controversa para que as professoras empregassem as situações-problema e a controvérsia com a finalidade de favorecer a argumentação e mantê-la ocorrendo sem dar respostas prontas.

Observa-se que esse propósito ainda está alinhado com a estratégia instrucional identificada no episódio 6 do item 4.2.2. Dessa forma, identificamos no CoRe III que essa concepção ainda estava presente no repertório de PQRF cerca de dois anos após o planejamento da formação em serviço.

Além disso, no episódio 7 também no item 4.2.2 verificamos que PQRF tomou consciência da importância da apresentação da controvérsia no favorecimento da argumentação. Porém no CoRe II não elencou esse elemento favorecedor de argumentação como uma grande ideia a ser ensinada para as professoras.

Assim, a manifestação, no CoRe III da grande ideia de que a argumentação deve ser iniciada por meio da apresentação da situação-problema e das visões controversas corrobora nossa interpretação de que houve conscientização da importância da visão controversa e incorporação dessa prática docente durante a formação em serviço.

Com base nisso inferimos ainda que a presença desse elemento no CoRe III fornece evidências de que a incorporação desse elemento à prática docente de PQRF

ocorreu devido ao planejamento e principalmente devido à implementação de aulas investigativas e argumentação científica.

Com isso, inferimos que a mudança de visão, a tomada de consciência e consequentemente a presença desses elementos no CoRe III são indícios do desenvolvimento do PCKarg que se iniciou durante o planejamento da formação em serviço e se consolidou ao longo dos encontros com as professoras.

A partir das respostas nos CoRes I, II e III vemos que ao longo de todo o processo (planejamento da formação em serviço e interação com as professoras e reflexão dos resultados da prática docente) esse professor mudou suas concepções dos propósitos para ensinar o conteúdo específico de um foco inicial na relação **professor/conteúdo** para a relação **estudante/argumentação** da mesma forma como observado nos dados apresentados na tabela 9.

Isso também pode ser observado analisando os dados da tabela 11. Nessa tabela observamos que os sete propósitos elencados estão direcionados para o desenvolvimento de habilidades e compreensões por parte dos estudantes.

Vemos que os propósitos são desde desenvolver desde habilidades investigativas, passando pelo entendimento da epistemologia de ciência até a compreensão do mundo microscópico.

Ao responder as questões do CoRe III relacionadas à grande ideia – Representações pictóricas podem favorecer a argumentação – PQRf admitia que as representações pictóricas são uma amostragem do que as pessoas pensam acerca de determinado fenômeno. Desse forma, essas representações deveriam ser utilizadas como uma estratégia ao conduzir aulas argumentativas.

Assim, relacionado a essa ideia, está a concepção de ensinar o conceito de representações pictóricas. Nessa perspectiva considera-se o fato de que as professoras poderiam descobrir como seus estudantes pensam, conhecer suas concepções e empregar as diferentes concepções para fomentar a argumentação.

Ressaltamos que foi o trabalho com representações pictóricas que desencadeou o episódio interativo 9, do presente item, entre outros episódios que ao longo dos encontros fomentaram a argumentação.

Desse modo inferimos que devido a sua vivência, PQRf, procurou ensinar o conceito de representações pictóricas para que as professoras ao vivenciar confeccionar e discutir suas representações, incorporassem essa estratégia instrucional em seu repertório e a empregassem em suas aulas com a finalidade de sondar as diferentes ideias dos estudantes e utilizá-las para fomentar a argumentação.

A respeito da grande ideia – Os estudantes possuem patrimônios culturais diferentes – PQRf reconhecia que as diferentes explicações dos estudantes estão

relacionadas aos diferentes patrimônios culturais que esses desenvolveram ao longo de suas vidas.

Sendo assim, para as professoras seria importante reconhecer os diferentes patrimônios culturais e com base nesses fomentar a argumentação. Vemos com isso que ensinar o conceito de patrimônio cultural se relaciona ao fato de que com esse conceito as professoras poderiam estar atentas às visões controversas, identificá-las durante a aula e empregá-las para favorecer a argumentação.

Nesse contexto era importante ensinar o conceito de patrimônio cultural para que as professoras identificassem, valorizassem e empregassem os diferentes patrimônios culturais e visões controversas de seus estudantes para favorecer a argumentação.

Dessa forma, novamente ressaltamos que o PCKarg de PQRf se desenvolveu ao longo dos encontros com PQ e dos encontros com as professoras de uma concepção de propósitos educacionais inicialmente mais voltados para o conteúdo e a ações do professor para transmitir esse conteúdo, para propósitos alinhados com a argumentação e o papel dos estudantes no desenvolvimento de habilidades investigativas e entendimento da ciência via argumentação durante a construção de conhecimento específico.

Na tabela 12 estão elencados os propósitos para ensinar empregando a argumentação científica apresentados por PQRf durante o preenchimento do CoRe III.

Tabela 12: O conhecimento dos propósitos para ensinar argumentação científica encontrados no CoRe III.

Grandes Ideias	Propósitos
A argumentação deve ser iniciada a partir de uma situação-problema e de visões controversas	1) Desenvolver as habilidades investigativas dos estudantes empregando situações-problema e as visões controversas. 2) Favorecer o entendimento da epistemologia da ciência empregando argumentação na resolução de situações-problema por meio da argumentação acerca das visões controversas.
Representações pictóricas podem favorecer a argumentação	3) Levar os participantes do laboratório investigativo a entender o fenômeno no nível microscópico empregando as representações pictóricas como ponto de partida para as discussões. 4) Levar as participantes a incorporar as representações pictóricas e o laboratório investigativo em sua prática docente para que essas possam levar os estudantes a construir o conhecimento de maneira investigativa. 5) Levar os participantes do laboratório investigativo a entender o fenômeno no nível microscópico por meio da apresentação e discussão das representações pictóricas.
Os estudantes possuem patrimônios culturais diferentes	6) Empregar os diferentes patrimônios culturais para levar os participantes a entender o processo de construção do conceito por meio do entendimento do fazer da ciência a partir do levantamento e teste de hipótese.

Conforme observa-se na tabela 12 foram encontrados seis propósitos para ensinar argumentação científica no CoRe III. Podemos notar que esses propósitos também estavam presentes no CoRe II. Contudo, no CoRe III verifica-se a incorporação e articulação das visões controversas; das representações pictóricas e do patrimônio cultural aos propósitos para ensinar a argumentação científica.

Comparando as tabelas 11 e 12 notamos que PQRF após os encontros com as professoras manteve praticamente os mesmos propósitos. Notamos ainda que esses aparecem no CoRe III articulados a novos elementos (visões controversas, representações pictóricas e patrimônio cultural) que foram incorporados ao repertório de PQRF durante a vivência de sala de aula na interação com as professoras polivalentes.

Como vimos anteriormente há uma relação importante do conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico e o conhecimento de estratégias instrucionais. Nesse contexto, como houve um enriquecimento do conhecimento dos propósitos, temos indícios de um desenvolvimento do conhecimento de estratégias instrucionais e conseqüentemente do PCKarg. Sendo assim, no próximo item será analisado o conhecimento de estratégias instrucionais mostrado por PQRF no CoRe III.

4.4.3.2 O conhecimento das estratégias instrucionais.

Ao analisarmos as respostas da questão sete do CoRe III, para as três grandes ideias, vemos que PQRF apresentava após os encontros com as professoras um conhecimento mais aprofundado de estratégias instrucionais.

Nessas respostas PQRF propôs uma estrutura para fomentar a argumentação científica que pode ser dividida em cinco passos:

- 1) Apresentação da situação-problema.
- 2) Divisão da classe em pequenos grupos.
- 3) Discussão da situação-problema em pequenos grupos.
- 4) Produção de representações pictóricas e textos explicativos.
- 5) Apresentação dos resultados de cada grupo e defesa de posição.

Observando a estrutura proposta por PQRF verificamos que a participação do professor se restringe à apresentação da situação-problema. Dessa forma os estudantes devem dividir-se em pequenos grupos e estabelecer discussões a respeito da situação-problema. A partir dessas discussões devem produzir representações pictóricas que sejam representativas das ideias do grupo.

Notamos ainda que existe um momento de socialização das ideias e defesa dessas com toda a sala. Dessa maneira PQRF propiciaria dois momentos de discussão e de engajamento na argumentação científica.

No primeiro momento os estudantes argumentam nos pequenos grupos e produzem as representações pictóricas. Na concepção de PQRF a discussão em pequenos grupos favorece com que os estudantes tenham mais foco na discussão. Com isso é evitada a dispersão que uma discussão dessa natureza causaria em um grupo grande.

No segundo momento deveria ocorrer a discussão no grupo grande porque na discussão inicial há um refinamento do entendimento da situação-problema e portanto na discussão no grupo grande pode ocorrer o aprofundamento desse entendimento uma vez que, com a socialização das várias ideias nesse grupo surgirão controvérsias e a possibilidade de aprofundamento da compreensão dos estudantes.

No encontro 1 PQRF empregou essa estratégia em um grupo contendo apenas quatro professoras. Dessa forma, cada professora foi levada individualmente a produzir suas representações pictóricas e texto para explicá-las.

Conforme vemos no episódio 10 empregou-se tanto os textos quanto as representações pictóricas para favorecer a argumentação seguindo os quatro primeiros passos propostos anteriormente.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 10

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Vamos lá. Já pode? Então, como eu dizia, professoras, a proposta agora é fazer a representação pictórica do que é proposto para o nosso... para nossa sequência didática. Então, o que eu vou pedir para as professoras... para fazer quatro desenhos cada um representando uma panela de pressão contendo água a quatro temperaturas diferentes, a 1°C, a 5° C, a 25°C e a 100°C. Só que vocês têm que fazer um desenho imaginando que a panela de pressão está com água até a metade... nessas temperaturas. Então, produzam quatro desenhos.
2	P4	Mas eu desenho aonde? Aqui? Aqui no papel?
3	PQRF	As professoras vão desenhar aí no papel.
4	P3	Será que tem sulfite colorida?
5	PQRF	E também será pedido para produzir de um breve texto explicando o seu desenho.

Inicialmente foi solicitado às professoras que individualmente produzissem desenhos para representar a disposição das moléculas nas várias temperaturas, com a finalidade de sondar as concepções das professoras.

Destacamos, conforme visto anteriormente, que PQRF já havia sondado a concepção de amigos e parentes a respeito do fenômeno da evaporação. Essa sondagem prévia além de familiarizar esse professor com essa técnica de coleta de dados, lhe possibilitou perceber que as pessoas mesmo tendo formações acadêmicas semelhantes podem apresentar concepções significativamente diferentes, conforme se verifica na episódio interativo 11.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 11

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Só que no do meu irmão aqui já tem um conceito que não apareceu nos outros.
2	PQ	Aé? Qual?
3	PQRF	Ele começa assim olha... Acetona... com as moléculas mais leves... então ele já referenciou o peso molecular com um fator importante
4	PQ	Entendi.
5	PQRF	Entendeu? Ele começa assim óóó... Com as moléculas mais leves... é interessante ver a divergência das opiniões das pessoas acerca de um mesmo fenômeno.

O episódio interativo 11 ocorreu após PQRF apresentar para PQ os dados coletados com colegas de trabalho (estudantes da graduação em Química ou graduados nessa área do saber) e com parentes que possuíam em sua maioria formação básica. No episódio 11 PQRF estava apresentando os últimos dados coletados, nos quais encontrou concepções significativamente diferentes das concepções verificadas entre os demais participantes sem formação acadêmica.

É nesse contexto que PQRF, no turno 5, mostrou-se estar surpreso com as divergências de opinião acerca do mesmo fenômeno. Cabe ressaltar que o fenômeno mostrado nessa sondagem é o mesmo que seria mostrado às professoras no encontro 2. Sendo assim, PQRF percebeu que com esse tipo de atividade era possível sondar as concepções prévias dessas professoras e obter diferentes respostas para esse fenômeno. Além disso, com os dados obtidos com as professoras no encontro 2 essa concepção foi reforçada.

Figura 35. Representações pictóricas respectivamente de P2, P3 e P4 do processo de evaporação da água sobre uma folha de sulfite.

Na figura 35 vemos da esquerda para a direita as representações pictóricas produzidas respectivamente por P2, P3 e P4.

Nessas representações também observa-se concepções distintas acerca do fenômeno de evaporação da água sobre uma folha de sulfite. Cabe lembrar que após as professoras produzirem essas representações, compartilharam seu conteúdo.

Com base nessas foi conduzido o processo de argumentação empregando as visões controversas das professoras como ponto de partida para o favorecimento das discussões. No episódio interativo 12 verificamos como, no encontro 2, foi empregada a produção de representações pictóricas, que culminou com a produção dos desenhos mostrados na figura 35, para fomentar a argumentação.

É possível observar que as professoras no episódio 12 possuíam visões controversas acerca do fenômeno e que estavam produzindo representações pictóricas diferentes. Vemos que essas não consideravam as mesmas variáveis ao interpretar o problema ou tinham dúvidas acerca do que deveria ser considerado.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 12

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P4	Se aqui sai duas aqui sai três (P4 aponta para seus desenhos enquanto fala com PQRF e produz as representações pictóricas). Porque a evaporação é mais lenta. E aqui... se fosse é menor ainda
2	PQRF	Legal. As meninas concordam com a P4?
3	P3	Aaaa eu já não sei.
4	PQRF	Vamos fazer o seguinte. Produzam os desenhos e na hora que os desenhos estiverem concluídos nós vamos socializar as ideias. Mas a água já está com 10 minutos e ainda...
5	P4	Mas sabe que sempre eu penso nessa tal molécula da água. Sempre eu tô pensando nisso.
6	P2	Ai eu já não penso nela.
7	PQRF	Então vamos fazer o seguinte. Concluam os desenhos e aí a gente vai fazer o seguinte. A gente vai socializar os desenhos e socializar as ideias e reforçar a discussão. Com o objetivo de construir uma linha de raciocínio mais afinada com o discurso científico.

No momento em que PQRF identificou as visões controversas verificamos que esse professor iniciou um processo de preparação das professoras para argumentar acerca de suas representações e favorecer com isso o processo de argumentação.

Nos turnos 4 e 7 procurava explicitar para as professoras que elas precisavam terminar a elaboração das representações pictóricas para que essas fossem socializadas e com isso reforçar as discussões objetivando construir um discurso afinado com o discurso científico.

Com base nisso vemos evidências de que a vivência com as representações pictóricas durante os encontros com as professoras reforçaram a importância dessa estratégia no processo de planejamento e execução de aulas argumentativas.

Com isso, justifica-se essa manifestação nas respostas dadas à questão sete para as três novas grandes ideias propostas no CoRe III.

Dessa forma afirmamos que houve um refinamento no conhecimento das estratégias instrucionais a partir do momento em que PQRF aplicou as estratégias discutidas no planejamento da formação em serviço.

No CoRe III identificamos o surgimento de novas grandes ideias e a apresentação de uma estratégia instrucional mais estruturada para ensinar a grande ideia e fomentar a argumentação.

É importante destacar ainda que no CoRe III vemos a presença de estratégias instrucionais que são complementares. Dessa maneira, as estratégias instrucionais que estavam presentes no CoRe II e que foram mantidas no CoRe III complementam as estratégias manifestadas para as novas grandes ideias presentes no CoRe III.

Com a finalidade de verificar de que modo PQRF concebia a relação entre essas grandes ideias e a relação dessas com o ensino por meio da argumentação lhe foi solicitado que participasse de duas atividades em foi investigado como visualizava as ligações entre os principais conceitos relacionados à argumentação presentes nos CoRes I, II e III e ao longo deste trabalho.

Para isso foi criado um arquivo no programa Cmaptools (figura 36) contendo 32 conceitos que deveriam ser conectados com a finalidade de desenvolver um mapa conceitual para responder a questão-foco: *Quais são os aspectos que favorecem e desfavorecem a argumentação científica?*

Destacamos que PQRF durante seu curso de graduação teve acesso à teoria de mapas conceituais (NOVAK, 2010); ao programa Cmaptools e estava familiarizado com a construção de mapas conceituais empregando essa ferramenta.

Inicialmente foi solicitado que antes de iniciar a construção do mapa conceitual observasse e lesse todos os conceitos presentes no corpo do mapa e agrupa-se os conceitos que deveriam ficar próximos na construção.

Após esse momento apenas PQ manuseou o computador de modo que o trabalho de PQRF era apenas propor e discutir os links para cada proposição no mapa. Na figura 37 vemos os agrupamentos feitos por PQRF

Figura 36. Imagem do arquivo criado no programa Cmaptools.

Figura 37. Imagem da classificação feita por PQRF a partir do arquivo Cmaptools.

Na figura 37 verificamos que PQRF dividiu os trinta e dois conceitos em quatro grupos. Assim, a esquerda foram agrupados os conceitos que estariam relacionados ao favorecimento da argumentação, a direita elementos que tanto poderiam favorecer quanto desfavorecer dependendo do contexto em que esses estivessem presentes no processo de argumentação.

Mais ao centro da figura 37 observamos que foi criada uma classe de conceitos que não aparece diretamente relacionada à questão-foco. Porém essa é uma categoria implícita uma vez que durante o processo de argumentação os estudantes alcançam alguns resultados que também foram denominados como ganhos. Além disso, vemos colocados à direita desses os elementos que desfavoreciam o processo de argumentação científica.

Dessa forma, tendo como ponto de partida a classificação presente na figura 37 foi construído o mapa conceitual presente na figura 38. A comunicação verbal presente no episódio interativo 13 exemplifica de que modo esse mapa foi construído e quais foram os papéis de PQ e PQRF durante a construção.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 13

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Pra você ficar mais à vontade você quer que eu digite?
2	PQRF	Quero. Então o que eu queria dizer é o seguinte... que a situação-problema ela é fundamental no processo de fazer ciência . Ou se você quiser colocar é parte necessária do método para se fazer ciência. É parte necessária no conceito de fazer ciência.
3	PQ	No método... ou do jeito que você falou no início. A gente tem de definir um... você colocou é fundamental para fazer ciência (PQ e PQRF falam a mesma frase enquanto PQ digita) então vamos tirar esses conceitos daqui.
4	PQRF	Você é mais experi...
5	PQ	Tá é isso.
6	PQRF	Então você pode colocar que.. (pausa enquanto PQRF olha para os conceitos no mapa procurando por algum conceito a ser lincado) ... transmissão de conhecimento desfavorece o processo de fazer ciência .
7	PQ	Des-fa-vo-re-ce o pro-ces-so de fazer ciência (PQ fala pausadamente enquanto digita).
8	PQRF	Fazer ciência. Assim como roteiros de aula (PQRF identifica um conceito no grupo que deve ser lincado por meio do enlace anterior ao conceito fazer ciência)
9	PQ	Cadê roteiros de aula?
10	PQRF	Tá aqui (PQRF aponta para a tela do computador). Acho que vai colocar o...
11	PQ	Eu acho que eu vou colocar ele como roteiro.
12	PQRF	Isso. Roteiro de aula. Roteiro de aula é receita de bolo, não é?
13	PQ	É.
14	PQRF	Faça isso, isso e aquilo, certo?.
15	PQ	É.
16	PQRF	Os dois estão muitos ligados não é? Geralmente o cara que dá aula de transmissão de conhecimento usa...
17	PQ	Roteiro de aula (PQ fala balançando afirmativamente a cabeça). Então você está dizendo que os dois estão ligados?
18	PQRF	Os dois estão ligados.
19	PQ	O que? Roteiros de aula o que transmissão de conhecimento? (PQ pede a PQRF que proponha um link para esses conceitos).
20	PQRF	Faz parte do processo. É uma ferramenta utilizada... é uma ferramenta utilizada para transmissão de conhecimento (PQRF fala enquanto PQ digita).
21	PQ	Tá bom? Você acha que é isso? (Enquanto PQRF observa o mapa e avalia se concorda com a construção presente nesse)

No episódio 13 verificamos que o trabalho de PQRF, durante a construção do mapa era selecionar os conceitos e propor os enlaces que melhor refletissem sua visão acerca da relação entre esses.

Vemos ao longo do processo que o papel de PQ era utilizar o *software* para registrar as proposições da forma como foram ditas por PQRF. Da mesma forma como vemos no turno 21, PQ, ao longo do processo, pediu a PQRF que avaliasse a construção do mapa com a finalidade de validar os enlaces ou propor alterações caso julgasse necessário. Com isso foi obtido o mapa conceitual mostrado na figura 38.

Destacamos que ao longo do processo da construção desse mapa identificamos manifestações, por parte de PQRF dos três domínios identificados e destacados na figura 38 (Conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico, Conhecimento de estratégias instrucionais e Conhecimento da compreensão das professoras).

Dessa forma PQRF fez contribuições orais, tais como as que são encontradas entre os turnos 16 e 20 do episódio 13, em que podemos verificar a manifestação do conhecimento acerca de como as professoras concebem o ensino de ciências na polivalência.

Com isso, afirmamos que o mapa conceitual mostrado na figura 38, combinado com as contribuições orais, surgidas no processo de construção desse, configuram-se em um espectro das concepções, a respeito da argumentação científica, após preenchimento do CoRe III e portanto pode ser empregado para avaliar fatores relacionados ao desenvolvimento do PCKarg ao longo do processo.

Um exemplo disso pode ser visto ao analisarmos a região do mapa conceitual da figura 38 em que PQRF propôs a relação entre Representações Pictóricas e Argumentação científica.

Figura 38. Mapa conceitual acerca da argumentação científica elaborado a partir das relações conceituais propostas por PQRF.

No enlace observamos que para esse professor as representações pictóricas são fundamentais na argumentação científica. Contudo, ao analisarmos as contribuições orais no momento em que era sondado acerca de suas concepções desse enlace observamos que a proposta presente no mapa se desenvolveu durante as interações entre PQRF e as professoras polivalentes, conforme se verifica no turno 16 do episódio interativo 14.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 14

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	O que você pensa das representações pictóricas?
2	PQRF	O que eu penso?
3	PQ	Do potencial delas como estratégia?
	PQRF	A representação pictórica ela é simplesmente fundamental. Por que? Porque muitas vezes aaa... ela... a representação pictórica ela elimina uma dificuldade das pessoas... que é a comunicação verbal. Então a pessoa na verdade ela não consegue... ela não possui vocabulário científico para expressar como ela pensa. E já com a representação pictórica ela consegue representar melhor o que ela pensa. Então ela é um... pra mim ela é fundamental a representação porque elimina essa dificuldade com o idioma e com o vocabulário técnico-científico.
4		
5	PQ	E ela na argumentação?
	PQRF	Também é fundamental. Porque? Porque quando você socializa as representações pictóricas as próprias professoras não concordam com o desenho uma da outra. E isso favorece o processo argumentativo.
6		
7	PQ	Porque você imagina... na verdade você vivenciou isso... que elas produzem...
8	PQRF	Desenhos diferentes.
9	PQ	Desenhos diferentes.
	PQRF	Muito diferentes. Por exemplo teve uma das professoras que desenhou a molécula crescendo.
10		Como se a molécula fosse uma bexiga inflada. Daí a outra professora falou olha eu não concordo que a molécula cresce e já começou a controvérsia, refutação a argumentação ali.
11	PQ	Como que você via o poder as representações pictóricas antes de encontrar com as professoras e depois?
12	PQRF	Pra mim eu dava muito valor, na verdade, ao texto.
13	PQ	Ao texto.
14	PQRF	E não dava valor nenhum a representação pictórica.
15	PQ	Ah é? (PQ mostra espanto) Eu não sabia disso.
	PQRF	Eu falava. O desenho não vai influenciar em nada. O que favorece... porque eu sou um cara muito teórico. Eu gosto de teoria mesmo. De Falar... e eu não via valor. Ai depois eu comecei... durante o processo eu comecei a entender o valor que o desenho tem eu entendi isso... eu falei pô elas não têm vocabulário técnico. Ela não consegue falar por exemplo de energia cinética molecular. Mas ela consegue fazer um desenho das moléculas colidindo uma com a outra. E o desenho da molécula colidindo uma com a outra traduz o termo científico.
16		
17	PQ	Sim.
	PQRF	Então eu comecei a perceber isso. E quando eu vi que favoreceu a argumentação ai eu falei opá... é o retrato de como ela pensa.
18		
19	PQ	Entendi. E ai você só tomou consciência disso trabalhando com elas.
20	PQRF	Trabalhando com elas. Durante o processo.
21	PQ	É por isso que no teu CoRe III você elenca essa ideia?
	PQRF	Eu elenco essa ideia porque foi fantástico. Eu vi... ajudou demais. Ela não precisou falar energia cinética molecular. Ela não tinha esse vocabulário técnico. Mas ela tinha o desenho. E o desenho mostrava o movimento. Então na verdade a representação pictórica foi uma fotografia do pensamento dela. Como ela pensa que o mundo microscópico ocorre.
22		
23	PQ	Entendi.
24	PQRF	Por isso que ela entrou no CoRe III. No CoRe III eu vi e falei opá... é uma grande ideia.
25	PQ	Então hoje você valoriza isso. Se você for treinar alguém para trabalhar com argumentação...você ensinaria... Se você virasse professor de prática de ensino.
	PQRF	Eu não tenho a menor sombra de dúvida que a representação pictórica ia entrar no meu método. Eu ia começar com uma situação-problema... vamos fazer um desenho... uma representação pictórica já pra pegar o início o princípio de tudo. O desenho da situação-problema.
26		
27	PQ	Você vai jogar uma situação-problema e aí.
	PQRF	Vai gente desenha aí o que tá acontecendo. E no final outro desenho pra ver como é que o raciocínio de desenvolveu.
28		

Nos turnos iniciais do episódio 14 vemos as mesmas manifestações a respeito das representações pictóricas identificadas no CoRe III. Nos turnos 4 e 22 observamos uma explicação do porquê PQRF expressava, na resposta à questão 1 para a grande ideia da representação pictórica, que com essa é possível obter uma imagem real de como as pessoas pensam.

Com isso nota-se que a vivência com as representações pictóricas na interação com as professoras lhe permitiu compreender o potencial dessas representações na sondagem de concepções prévias e no fomento da argumentação.

Verificamos a partir disso que no trabalho de sondagem de concepções de familiares e amigos, durante os encontros para planejamento da formação em serviço, PQRF não tinha validado as representações pictóricas como uma estratégia argumentativa.

Contudo, após os encontros com as professoras passou a valorizá-las e incorporar essas representações devido aos seis aspectos elencados a seguir:

- 1) Minimizam os problemas de comunicação de ideias científicas mesmo quando o vocabulário dos estudantes é restrito.
- 2) São geradoras de visão controversa.
- 3) Favorecem a argumentação científica.
- 4) São uma representação fidedigna de como as pessoas pensam.
- 5) São mais confiáveis ao retratar o raciocínio do que os textos.
- 6) Possibilitam ver como o raciocínio se desenvolveu.

Com esses dados encontramos uma evidência que pode justificar a ausência das representações pictóricas no CoRe II mesmo depois de PQRF ter tomado consciência da existência desse instrumento de coleta de dados e tê-lo empregado na sondagem de concepções prévias.

Vemos que durante as interações com as professoras polivalentes o repertório de PQRF, a respeito da relação entre a argumentação científica e as representações pictóricas, se expandiu provocando o desenvolvimento do PCKarg desse professor.

Dessa forma, como a concepção de que representações pictóricas são um fator importante em aulas argumentativas não fazia parte do repertório de PQRF, essa grande ideia não foi apresentada no preenchimento do CoRe II.

Além disso, vemos entre os turnos 16 e 20 do episódio interativo 14 evidências de que PQRF refletiu durante sua prática pedagógica enquanto as professoras produziam e discutiam suas representações pictóricas.

O processo de reflexão acerca da própria prática pode ser observado no turno 16 no momento em que afirmou que durante o processo verificou que as professoras não tinham vocabulário técnico e que os desenhos poderiam ser empregados para suprir ausência de termos científicos.

Dessa forma, essa concepção levou PQRF a perceber que a representação pictórica se configurava como uma representação de como as professoras pensavam. Assim, destacamos a importância da reflexão acerca dos resultados obtidos a partir da prática docente como um modo de desenvolver o PCK (NILSSON, 2008).

Conforme aponta Nilsson (2008) os professores necessitam, para desenvolver seu PCK, oportunidades de aplicar, em aulas reais, os processos instrucionais que esses planejaram, conduziram e avaliaram.

E, com base nesses dados, vemos que o episódio 14, o processo de reflexão desenvolvido por PQRF aumentou seu conhecimento da compreensão das professoras e também o conhecimento de estratégias instrucionais e fortaleceu a relação desses com o conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico, como vemos nos turnos 26 e 28.

A partir disso, observa-se que após os encontros com as professoras PQRF possuía um conhecimento mais estruturado acerca dos elementos presentes no método para fomentar a argumentação científica e de como a aula argumentativa deveria ser estruturada a partir desses elementos conforme vemos nas figuras 37 e 38. Com base na classificação presente na figura 37 verifica-se que PQRF fazia distinção clara entre os elementos que favoreciam e desfavoreciam argumentação científica.

Vemos ainda na figura 38 que elencava como elementos fundamentais ao processo de argumentação científica: visões controversas; representações pictóricas; refutações de hipóteses; fazer boas perguntas; levantamento de hipóteses e testes de hipóteses.

Verificamos também nesse mapa conceitual que a argumentação científica deve ser iniciada a partir de uma situação-problema. Dessa forma, também considerava a situação-problema como um elemento fundamental à argumentação.

No CoRe III também identificamos evidências do desenvolvimento no PCKarg analisando as respostas dadas à questão sete para as novas grandes ideias presentes nesse CoRe. Na figura 39 vemos em detalhe a relação entre as grandes ideias e as respectivas repostas para a questão sete e os elementos favorecedores da argumentação classificados por PQRF.

Argumentação - CoRe III	A Argumentação deve ser iniciada a partir de uma situação-problema e de visões controversas.	Representações pictóricas podem favorecer a argumentação.	Os estudantes possuem patrimônios culturais diferentes.
7) Quais estratégias de ensino você emprega(rá) ao lecionar essa ideia e qual é a razão particular para empregá-la?	Apresentação de uma situação-problema, divisão da classe em grupos, produção de uma representação pictórica e texto acerca das discussões. Feito isso, apresentar os resultados de cada grupo para toda a sala e pedir para cada grupo defender sua posição. Discussão em pequenos grupos da maior foco na discussão. A discussão em grupos grandes dá maior profundidade a discussão e favorece a refutação. A exposição de todas as ideias e socialização dessas posições para toda a sala gera controvérsia e refutação.	Apresentação de uma situação-problema. Produção de representações pictóricas do fenômeno e explicação dos desenhos para o grupo. Isso é feito para identificar como as pessoas pensam. A apresentação de como as professoras pensam estimula a controvérsia, o levantamento e teste de hipótese, a refutação de hipótese e a argumentação.	Representação pictórica a respeito de uma situação-problema para sondar as concepções dos estudantes. A partir disso, estabelecer um debate das diferentes concepções fomentando o levantamento e teste de hipótese e a argumentação fazendo perguntas que levem as professoras a se posicionar. Ao vivenciar uma situação em que as pessoas apresentam e discutem diferentes representações pictóricas e se posicionam em relação a essas ajuda as professoras a entender a importância do patrimônio cultural na argumentação.
Elementos favorecedores da argumentação científica	Situação-problema Representação pictórica Visão controversa Refutação de hipótese	Situação-problema Representação pictórica Visão controversa Refutação de hipótese Levantamento de hipótese Teste de hipótese Fazer boas perguntas	Situação-problema Representação pictórica Visão controversa Levantamento de hipótese Teste de hipótese

Figura 39. Relação entre as novas grandes ideias presentes no CoRe III, as respostas de PQRF à questão 7 e os elementos favorecedores da argumentação.

Analisando os dados presentes na figura 39, observa-se que a apresentação da situação-problema, produção de representação pictórica e visão controversa são os únicos elementos que estão presentes em todas as respostas. Nota-se ainda que, dependendo da grande ideia, PQRF articulou esses elementos com os demais elementos considerados fundamentais na argumentação no mapa conceitual da figura 38.

Conforme vemos na resposta à grande ideia – Representações pictóricas podem favorecer a argumentação – relacionou todos os sete elementos fundamentais. Analisando também a resposta para a terceira grande ideia vemos que apenas não elencou a refutação de hipótese e fazer boas perguntas.

Com isso inferimos que durante o trabalho com as professoras criou-se uma estrutura mais robusta de como fomentar a argumentação. Segundo essa estrutura o processo de argumentação inicia-se com a apresentação de uma situação-problema. Essa situação é empregada na produção de representações pictóricas.

Dessa forma, as representações pictóricas, que apresentam o modo de pensar dos participantes da argumentação, são socializadas gerando visões controversas.

As visões controversas são empregadas para favorecer o levantamento de hipóteses, o teste de hipóteses e a refutação de hipóteses. Analisando os textos das respostas para a questão 7, no CoRe III da figura 33, observa-se que PQRF elencou a situação-problema em todas as respostas. Porém, notamos que nas respostas dadas as grandes ideias oriundas do CoRe II estão presentes apenas os seguintes elementos considerados fundamentais à argumentação na figura 38: situação-problema; fazer boas perguntas e refutação de hipótese.

Com isso verificamos que as reflexões por parte de PQRF ao longo do processo e após a finalização da formação em serviço contribuíram para que esse professor incorporasse em seu repertório acerca da argumentação científica os elementos fundamentais mostrados da figura 39.

Nesse contexto, notamos que além de incorporar esses elementos mostrou ter desenvolvido o entendimento de modos de articulação desses elementos para favorecer a argumentação.

Desse modo, conforme descrevemos acima, nas respostas da figura 39, observa-se um padrão estrutural de condução da aula no sentido de iniciar e manter o processo argumentativo ocorrendo. Nessa estrutura estão sempre presentes: a situação-problema; a produção de representação pictórica e a geração de visões controversas. Esses são elementos mínimos, na perspectiva de PQRF, que devem ser empregados para iniciar a argumentação.

A partir disso, o levantamento e o teste de hipótese; a refutação de hipótese e fazer boas perguntas são elementos empregados para manter a argumentação ocorrendo de modo a atingir os propósitos para o ensino com argumentação presentes na figura 38.

Esses dados dão evidências de que durante os encontros para formação em serviço houve desenvolvimento do PCKarg. Vemos que esse professor desenvolveu uma estrutura para favorecer a argumentação em que as professoras eram levadas a argumentar sem que lhes fosse fornecida respostas prontas. No episódio interativo 15, retirado da entrevista com PQRF, é possível observar quais concepções e preocupações o motivaram e estão relacionadas ao desenvolvimento do PCKarg ao longo da formação em serviço.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 15

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQRF	Os encontros eles contribuíram para o conhecimento nessa forma de você mapear a dificuldade e trabalhar em cima da dificuldade, não dar a resposta , ajudar no desenvolvimento dessa dificuldade, transformar o erro em acerto , ou seja, pegar uma pessoa, ajudar ela a falar o máximo possível, quando ela desenvolver... Isso foi o que me ajudou muito, de repente eu não sei se consegui fazer isso com tanta eficácia, mas é o que eu pretendo fazer daqui para frente, mapear o erro. Ah... A pessoa está errando da seguinte forma, pegar o erro trazer para cá, esmiuçar o erro, encontrar o obstáculo dentro do erro, geralmente dentro do erro tem um obstáculo epistemológico, a pessoa não erra porque quer errar, alguma coisa a tirou do caminho Da... Da coesão, ou seja, identificar o que está fazendo errar, e ajudar com argumentação para ela perceber que esse era o erro, porque aí ela aprende, ela constrói o conhecimento científico , agora se eu chegar e falar que o erro foi esse, esse aqui é o certo, a pessoa não se desenvolve, então... isso nos encontros com elas me ajudou muito. Ir nessa estratégia, foi à estratégia que eu desenvolvi... Vamos falar... Eu desenvolvi assim...
2	PQ	A adaptação que você fez...
3	PQRF	Isso...o que eu tentei fazer ao máximo, vamos... Essa falou uma coisa correta, essa falou uma coisa errada, outra correta, pegar caso a caso. Por que você pensa assim?
4	PQ	Hum... Hum...
5	PQRF	Essa pergunta foi até uma pergunta que eu roubei de você, que é muito boa... Risos... Por que você pensa assim? A pessoa falava porque ela pensava e eu tentava identificar o erro para criar uma estratégia para conseguir converter esse erro em acerto. E isso mudou muito depois do encontro com elas, por que... O caminho foi muito mais tortuoso, quando estávamos trabalhando na faculdade, por mais que as meninas tiveram dificuldade, eram bacharéis do terceiro ano de química, então tinha uma visão científica maior... Isso é indiscutível, já sabiam de muitas coisas, então, por mais que tivessem dificuldade, já era uma pessoa do campo das exatas, então a discussão saía de uma forma mais natural, era o ambiente que estávamos, estávamos discutindo química no lugar correto. Agora quando nós fomos levar esta proposta para discutir a evaporação, criar um conceito, não envolve só química envolve física, para as professoras de pedagogia nós tivemos um pouco de dificuldade com a estratégia em virtude... Eu acho até que o problema maior é que o curso delas não tem ciências como formação, se você pegar um curso de pedagogia não tem aula de química, não tem aula de física, não tem ciências, então o "doing science" fazer ciências, não tem como fazer ciências em nível acadêmico.
6	PQ	Então você julgava um desafio maior?
7	PQRF	Um desafio muito grande... acho que esse na verdade, no meu julgamento era o desafio a ser batido, era ensinar fazer ciência para quem não teve ciência em nível acadêmico, teve no nível médio na escola e de acordo com a qualidade das escolas do nosso país você já deve imaginar como que era o nível de ciências delas, por exemplo, elas não sabiam se você falasse de pressão de vapor, esse tipo de coisa, não tinham esta dimensão.

Nos turnos 1, 5 e 7 do episódio 15 vemos, destacadas em negrito algumas concepções de PQRF que estão relacionadas com alguns propósitos para ensinar o conteúdo específico (Argumentação) para as professoras. Na tabela 13 estão presentes os propósitos para ensinar argumentação e as concepções de PQRF presentes no episódio 15 que se relacionam a cada propósito.

Tabela 13: Relação entre os propósitos para ensinar argumentação científica e as concepções de PQRF.

Propósitos	Concepção
Desenvolver habilidades investigativas	Não dar a resposta.
Desenvolver o patrimônio cultural	Transformar o erro em acerto.
Entender o fazer da ciência	Ensinar fazer ciência.
Desenvolver o conhecimento científico	Ajudar com a argumentação para ela perceber que esse era o erro, porque aí ela aprende, ela constrói o conhecimento científico.

Conforme verifica-se nos turnos 1, 5 e 7 do episódio 15 PQRF tinham algumas concepções de como o trabalho com as professoras deveria ocorrer ao longo dos

encontros. Na tabela 13 identificamos que essas concepções estão relacionadas aos propósitos para o trabalho com argumentação.

Desse modo, PQRF foi forçado a desenvolver estratégias que alinhassem a concepção com o propósito de ensino. É nesse contexto que foram desenvolvidas as estratégias relacionadas aos sete elementos fundamentais para a argumentação científica presentes no mapa conceitual da figura 38.

Sendo assim, algumas restrições, impostas à relação entre PQRF e as professoras, como por exemplo – não dar respostas prontas; fazer boas perguntas; evitar que a argumentação se esgotasse precocemente – contribuíram para o desenvolvimento do PCKarg como é possível observar no episódio interativo 16, também retirado da entrevista com PQRF. O Turno 1 é o turno que, durante a entrevista está na sequência do turno 7 do episódio interativo 15.

É possível identificar nesse episódio que PQRF tinha uma preocupação fundamental que permeava seu trabalho com as professoras. Observa-se que temia que a argumentação travasse e isso o levasse a dar uma resposta pronta. Vemos que esse procedimento iria de encontro a estratégia de PQRF, suas concepções acerca do ensino investigativo e da argumentação científica e estava em desacordo com o conhecimento dos propósitos para ensinar por meio da argumentação científica desse professor.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 16

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	E isso era uma coisa que te preocupava o tempo todo?
2	PQRF	Preocupava-me o tempo todo...
3	PQ	Esse negócio vai travar...
4	PQRF	Vai travar... Vai travar... Vai chegar uma hora que eu vou ter... Minha preocupação é a seguinte, vai chegar uma hora que eu vou ter que falar o que é?
5	PQ	Só que você não queria... Risos
6	PQRF	Só que eu não queria... Risos... Iria contra a minha estratégia... Risos...
7	PQ	Essa estratégia é interessante essa... Essa limitação do que atuar, você sente que ela é benéfica para te fazer raciocinar caminhos?
	PQRF	Sim... Eu acho que esse mapeamento é totalmente benéfico, porque você já pensa no caminho antes dele acontecer... Você pensa na problemática, por exemplo, se você consegue fazer um planejamento você pensa vai ter um momento que vai travar, para eu não dar a resposta, eu vou proceder da seguinte maneira, você cria uma estratégia, de repente se travar aqui, vamos supor, eu vou inserir um experimento... Um experimento que ajude a tirar essa... Essa... Por exemplo, se eu tivesse dando aula lá teórica e ela falasse, ah... Tudo bem... O oxigênio acaba... Dentro do... O oxigênio acaba, o oxigênio acaba, batendo o pé... Ai era uma hora de entrar com o experimento da vela, o experimento da vela iria trazer tantas informações que ele mesmo iria responder por si só que o oxigênio não acaba.
8		

Como vemos no turno 8 as limitações impostas ao trabalho durante o processo de argumentação aliadas às concepções desse professor e ao seu conhecimento dos propósitos de ensinar por meio da argumentação científica desencadearam um processo reflexivo que também causou o desenvolvimento do PCKarg.

Assim, conforme afirmou-se no turno 8 do episódio 16, essas limitações favoreceram um processo de busca por estratégias e procedimentos que obedecessem as limitações e ao mesmo tempo mantivessem o processo de argumentação ocorrendo. Vemos ainda, no turno 8, que as limitações geraram um processo de antecipação das situações de travamento da argumentação e a busca por alternativas que viabilizassem o processo.

Portanto, é nesse contexto que ocorreu o desenvolvimento do PCKarg de PQRF, incorporando e articulando os elementos fundamentais à argumentação estruturados do modo como observa-se na figura 39.

4.4.3.3 O conhecimento da compreensão das professoras acerca da argumentação científica.

Ao analisarmos as repostas para as questões 4 e 5 para a grande ideia – A argumentação deve ser iniciada a partir de uma situação-problema e de visões controversas nota-se que PQRF afirmou que as professoras apresentariam as duas dificuldades a seguir:

- 1) Estar presas ao modelo de transmissão de conhecimento em que a controvérsia é desconsiderada.
- 2) Não ser capaz de propor visões diferentes das encontradas nos livros-didáticos e acreditar que visões diferentes são erradas e devem ser desconsideradas.

Em relação à dificuldade (1) vemos uma interpretação semelhante àquela presente no item 4.4.2.3. Novamente manifestou-se a concepção de que o fato de as professoras não terem tido uma vivência com a argumentação científica as mantém presas ao modelo da transmissão de conhecimento descartando a controvérsia e o processo de argumentação científica.

Em decorrência dessa limitação surge a dificuldade (2). Isso ocorre porque, na concepção de PQRF, adotar o modelo da transmissão de conhecimento pressupõe adotar um livro-didático e transmitir seu conteúdo integralmente.

Destacamos que no mapa conceitual da figura 38 identificou-se a relação entre o trabalho docente voltado para a transmissão de conhecimento e o material didático escrito.

Nesse mapa identificamos a proposição: **Roteiro de aula** é uma ferramenta utilizada para **Transmissão de conhecimento**. É com base nisso que PQRF afirmou que as professoras teriam dificuldades de considerar visões diferentes das apresentadas nos materiais didáticos escritos, pois no contexto da transmissão de

conhecimento as concepções presentes nesses materiais são consideradas verdades absolutas como se verifica na frase a seguir retirada dos registro em vídeo efetuados durante a construção do mapa conceitual da figura 38.

“os dois estão muito ligados não é? Geralmente o cara que dá aula com transmissão de conhecimento usa roteiros de aula”.

Para a grande ideia – Representações pictóricas podem favorecer a argumentação – Foram propostas três dificuldades:

- 1) Dificuldades de desenhar fazem as professoras desconsiderar o uso de representações pictóricas.
- 2) Desconhecer o poder de sondagem das concepções alternativas das representações pictóricas.
- 3) Usar o desenho somente para transmitir o conhecimento.

A dificuldade (1) foi identificada no encontro com as professoras conforme se verifica no episódio interativo 17.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 17

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	P3	Eu não sou muito boa para desenho, não. Vamos ver se eu não vou pagar mico.
2	PQRF	Não, não. É só... desenhar o mais simples possível.
3	P3	A água está na metade, né?
4	PQRF	Isso. A água na metade da panela. Sim e essa panela com tampa. Tampada com água até a metade. Como é que ficariam as moléculas? Pode usar só bolinhas, não precisa se preocupar com o desenho... do jeito que vocês acharem melhor representar as moléculas.
5	PQ	Vamos ver quem desenha mais bonito. (Sorrindo)
6	P1	E quem não sabe fazer desenho.
7	PQRF	Pois é. O PQ diz que o desenho é tirado da gente muito cedo, né. Por isso a gente desenha... Nossa, quer matar uma pessoa pede para ela desenhar alguma coisa, né.
8	P4	Eu não sei como...(inaudível)

No episódio 17 vemos que P3 e P1 sentiam-se desconfortáveis ao desenhar. Assim, PQRF procurou deixar claro que essas professoras poderiam utilizar bolinhas para representar as moléculas e que nesse contexto a tarefa era simples.

Com isso buscou-se aliviar a tensão causada pelo desenho de modo que o foco fosse as concepções das professoras acerca do fenômeno em vez do desenho. No turno 7 identificamos uma possível origem para a concepção acerca da dificuldade 1.

Esse professor acreditava que porque o desenho é retirado muito cedo das pessoas essas têm dificuldades com o desenho e que, no caso das professoras, tenderão a excluir as representações pictóricas como uma estratégia de aula.

Em relação às dificuldades 2 e 3 vemos que o encontro com as professoras apenas reforçou o conhecimento que PQRF tinha acerca da compreensão das professoras acerca da argumentação científica.

Nesse contexto, afirmamos que durante a formação em serviço a concepção de que a falta de vivência com argumentação científica, somente foi reforçada na interação com as professoras.

Ressaltamos mais uma vez que essa concepção surgiu após análise da aula de P4 e identificar, no episódio 17 do item 4.0, que P4 empregava o desenho apenas como ferramenta de transmissão de conhecimento.

De modo geral observamos que após os encontros com as professoras consolidou-se a concepção de que os entraves que dificultam com que as professoras incorporem a argumentação científica em suas salas de aula relacionam-se ao modelo tradicional de transmissão de conhecimento que essas adotam ao lecionar.

Assim, trabalhar com argumentação científica seria um modo de melhorar tanto seu conhecimento a respeito da argumentação científica como do conteúdo específico além de levar as professoras a romper com o modelo de transmissão de conhecimento, conforme verificamos no episódio interativo 18 retirado dos registros em vídeo produzidos durante a construção do mapa conceitual da figura 38.

Comunicação verbal presente no Episódio Interativo 18

T	R	COMUNICAÇÃO VERBAL
1	PQ	Você está se referindo ao fazer da ciência. É um resultado e ao mesmo tempo se configura em método.
2	PQRF	Em método... é minha visão. Porque a ideia da aula argumentativa é justamente isso quebrar esse paradigma e sair do fazer escola. Começar a entrar no fazer ciência de fato. Eu acho que é um resultado. Pro professor aprender como fazer ciência. É uma parte do método dele? É... mas é um resultado.
3	PQ	E aí você acha que a argumentação se presta a esse serviço?
4	PQRF	Sim.
5	PQ	Fazer com que o professor entenda o fazer da Ciência?
6	PQRF	Exato. Mesmo porque o método argumentativo... ele melhora o conteúdo do professor também.
7	PQ	Ah sim! Você tá falando... se eu entendi o que você está falando... você tá dizendo que ao por a argumentação pra funcionar na sala dele...
8	PQRF	Você consolida os seus próprios conhecimentos também.
9	PQ	O próprio conhecimento do conteúdo específico melhora?
10	PQRF	Melhora.
11	PQ	Você sentiu isso com você?
12	PQRF	Senti. Porque na verdade as vezes um... você tá estimulando uma discussão uma argumentação e o próprio aluno te dá uma visão de conhecimento que você já tem mas que você desconhecia. Onde ou seja... o aluno também ele... no processo o aluno também ensina o professor. É incrível isso! Não é incrível... que aliás você está com uma visão do conceito e o aluno te dá uma outra interpretação e isso enriquece o seu... as suas estratégias os seus próprios conhecimentos.
13	PQ	Você vivenciou isso com as professoras?
14	PQRF	Sim. As vezes eu tava... até mesmo por exemplo as vezes eu tinha uma ideia de um conceito muito teórico e ela me dava um exemplo prático que não tava conseguindo linkar a teoria com o exemplo prático. Então ela dava um exemplo prático e eu fala... de fato na ciência esse conceito está presente. No exemplo prático que ela estava dando.
15	PQ	Entendi. Então ao cara colocar a argumentação pra rodar ele vai aprender mais sobre o conteúdo específico.
16	PQRF	Ele vai aprender mais sobre o conteúdo específico.

17	PQ	Nessa visão o que é mais importante pra você então? A argumentação ou o conteúdo específico?
18	PQRF	A argumentação. A argumentação pra mim é mais importante do que o conteúdo específico.
19	PQ	E aí. Ou seja a argumentação... (PQRF interrompe PQ)
	PQRF	O conteúdo específico ele é assim. Na verdade ele nunca tá fechado. Ninguém nunca sabe tudo. Não tem aquele cara que por exemplo igual tinha no século XVIII... o cara fala assim eu sou um
20		Químico e... (risos) acabou. Hoje em dia não é mais assim. As vezes você fala pô eu acho que eu sei tudo disso aqui. Ninguém sabe tudo de conteúdo. Então a argumentação ela é troca de experiências também. Troca de ideias. E isso enriquece.
21	PQ	Você acha que ela é mais importante e o conteúdo é secundário?
22	PQRF	O conteúdo é secundário. Obviamente que o professor também deve dominar o conteúdo. Senão ele não consegue fazer o processo com êxito. Mas o processo argumentativo ele é mais importante.
23	PQ	Então você acha que o professor entra de um jeito na argumentação...
24	PQRF	E sai de outro.
25	PQ	E sai de outro (risos)
26	PQRF	Sim. Com certeza.

Verificamos entre os turnos 2 e 6 que PQ e PQRF discutem um dos propósitos do trabalho com a argumentação científica. PQRF afirmou que o trabalho com argumentação científica favorece com que o professor abandone uma prática voltada para o fazer escola para uma voltada para fazer ciência (JIMENEZ-ALEIXANDRE, 2000).

Dessa maneira, conforme observa-se no final do turno 2 o método de fazer ciência tem como resultado aprender o fazer da ciência. Além disso, como nota-se nos turnos 6 a 10, PQRF corrobora a ideia de que esse resultado apresenta como efeito colateral melhorar o conhecimento do conteúdo específico do professor.

A partir do turno 11 constata-se que essa concepção se construiu ao longo de sua prática docente com as professoras polivalentes. Vemos nesse turno, nas palavras de PQRF, que durante a condução do processo argumentativo os estudantes podem incitar o conhecimento tácito do professor.

Dessa forma, o professor pode aprender com o estudante de modo que as visões diferentes apresentadas pelos estudantes enriquecem o conhecimento de estratégias instrucionais e o conhecimento do conteúdo específico.

Com isso, considerava que o trabalho com argumentação pode trazer ao menos dois benefícios para as professoras. Em primeiro lugar essas podem aprender a fazer ciência. Em segundo lugar aprender o conteúdo específico.

Vemos, além disso, no turno 18 que ao longo de todo o processo PQRF passou a valorizar mais o processo argumentativo do que o conteúdo específico, de modo que esse tem um papel secundário na argumentação.

A partir disso, admitiu que devido ao fato do conhecimento científico ser vasto e provisório é mais importante aprender a construir o conhecimento por meio da argumentação do que aprender o conteúdo específico por si só.

Assim, propõe-se uma alternativa para cursos de formação de professoras polivalentes para o ensino de ciências. Nesses cursos as dificuldades das professoras,

tanto em relação aos elementos favorecedores da argumentação quanto com os conteúdos específicos poderiam ser superadas caso essas incorporem a argumentação científica em suas aulas.

Desse modo admitiu, com base em sua vivência de planejar o processo de argumentação científica e laboratório investigativo, executar e refletir acerca desse processo que o trabalho com argumentação tem o potencial para desenvolver tanto o conhecimento de conceitos específicos quanto o conhecimento dos elementos envolvidos na argumentação e desenvolver o PCKarg das professoras.

Dessa maneira verificamos que ao final do processo PQRF apresentava uma visão para ensino de ciências alinhada com as críticas feitas por Erduran (2006) quanto ao ensino de ciências em que se dá ênfase ao que deve ser acreditado (ênfase ao conteúdo) em detrimento do porquê devemos acreditar em algo (ênfase na argumentação).

CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi investigado o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo para argumentação científica (PCKarg) de um professor de Química que recentemente havia se formado e que, durante sua graduação, participou de atividades, envolvendo laboratório investigativo e argumentação científica.

Inicialmente avaliamos quais concepções acerca da argumentação científica esse professor trazia da sua vivência na graduação. Verificamos que sua experiência prévia foi geradora da concepção de que a refutação é parte importante da construção do conhecimento científico e que, durante o processo de argumentação, deveria ser forçada.

Verificamos ainda que esse contato prévio com a argumentação serviu apenas para alinhar as concepções de PQRF, acerca do trabalho com argumentação, com as concepções encontradas na literatura. Segundo essas concepções os professores consideram que na construção do argumento, os estudantes devem coordenar evidências e afirmações que fizessem sentido com as visões alternativas, para construir o argumento.

Apesar disso, detectamos que após as aulas de graduação PQRF apresentava concepções relacionadas ao ensino tradicional (o professor deve transmitir o conhecimento) convivendo com concepções relacionadas ao ensino investigativo (o professor deve favorecer a construção de conhecimento pelos estudantes).

Com isso inferimos que, mesmo que um professor seja exposto a argumentação científica e ao ensino investigativo, a socialização pré-profissional causa influência nas concepções desse professor acerca do ensino de Ciências, no conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico e no desenvolvimento do PCKarg.

Inicialmente PQRF concebia que no papel de professor, mesmo durante o trabalho com argumentação, deveria atuar como fornecedor de conhecimento científico (Bom respondedor) dada a grande influência dos anos como estudante assistindo aulas em que seus professores atuaram como transmissores de conhecimento.

Nesse contexto, apresentava um PCKarg deficiente (mais voltado para o conteúdo/professor) no que se refere aos propósitos para ensinar o conteúdo específico e estratégias instrucionais para fazê-lo, mesmo após seu contato inicial com argumentação científica.

A partir dos dados obtidos nesta pesquisa, verificamos que ao longo das discussões que se estabeleceram nos encontros para planejamento PQRF passou a conceber-se no papel de fomentador da argumentação e que nesse papel devia atuar como um bom perguntador.

Essa mudança de visão foi favorecida pelas discussões a partir de interações com PQ em que foi fornecido um modelo de práticas argumentativas. Esse modelo possui estratégias de simples implementação por meio das quais é possível que o professor identifique e entenda as características do ensino investigativo e da argumentação científica e desenvolva a compreensão dos propósitos para ensinar o conteúdo específico.

Verificamos que o conhecimento que PQRF desenvolveu acerca de modelos de práticas argumentativas causou a tomada de consciência dos elementos que devem estar presentes numa aula com argumentação científica e aprofundou seu conhecimento de estratégias instrucionais.

Assim, no presente trabalho, identificamos ainda que o conhecimento de modelos de práticas argumentativas contribuiu para desenvolvimento do PCKarg. Em relação a esse aspecto destacamos as discussões dos elementos envolvidos na problematização investigativa.

Nessas discussões verificamos que tanto a prática docente de PQ – que foi resgatada em mais de um episódio interativo – quanto o vídeo do Lapef (experimento do barquinho) geraram modelos de práticas argumentativas para PQRF.

Embora mais investigações devam ser desenvolvidas no sentido de entender como, nos cursos de formação de professores, os entraves para a incorporação da argumentação científica devem ser abordados no sentido de favorecer o desenvolvimento do PCKarg, com os dados obtidos neste trabalho, inferimos que apresentar modelos de práticas argumentativas, aplicar esses modelos, discutir e refletir acerca dos resultados favorece o desenvolvimento do PCKarg e auxilia que esses sejam incorporados na prática docente.

Aplicar os modelos e refletir acerca de seus resultados é parte importante do desenvolvimento do PCKarg porque, conforme vimos com PQRF, mesmo depois dos professores serem expostos a processos de argumentação, podem surgir concepções alternativas a respeito de como organizar e dirigir situações de aprendizagem envolvendo argumentação científica.

Desse modo, reafirmamos que os modelos de práticas argumentativas podem se configurar como um ponto de partida para que, na aplicação prática dos modelos e reflexões decorrentes dessa prática, os professores desenvolvam seu PCKarg.

Nesse contexto as distorções conceituais, que podem surgir devido ao contato com argumentação na formação inicial, na condição de estudante, podem ser minimizadas.

Em relação ao desenvolvimento do PCKarg de PQRf, devemos destacar ainda a importância de apresentação do contexto em que a pesquisa se inseria. Apresentar e analisar com PQRf: o conteúdo das atividades experimentais propostas no material didático; o contexto da formação das professoras; as aulas experimentais de PB e a aula teórica de P4, contribuiu para refinar o planejamento da formação em serviço e favoreceu o desenvolvimento e refinamento dos conhecimentos de PQRf acerca de como trabalhar a argumentação científica dentro desse contexto.

Dessa forma, identificamos que as demandas cognitivas de planejar e refletir acerca da formação em serviço, baseado no contexto apresentado nos encontros com PQ, foram fatores importantes no desenvolvimento do PCKarg.

Retomando as questões da pesquisa, podemos traçar um panorama de como o desenvolvimento do PCKarg de PQRf ocorreu, desde os primeiros contatos com argumentação científica na graduação até o final dos encontros com as professoras.

Em relação à questão – *Qual era o repertório de estratégias instrucionais argumentativas que PQRf apresentava após a vivência com argumentação científica em sua graduação?* – observamos que sua vivência com a argumentação e sua visão acerca de como o conhecimento científico se constrói o faziam dar ênfase excessiva à refutação. Na visão da epistemologia da Ciência que PQRf possuía o erro e sua superação eram fundamentais para os avanços científicos e a construção de conhecimento.

Nesse contexto, é importante que alguém identifique seu erro, o exponha de modo a gerar um processo de refutação que pode levá-lo a superar o erro. A partir dessa concepção PQRf mostrava evidências de que, em sua visão, a melhor estratégia era levar os participantes da argumentação a refutarem uns aos outros.

Ainda concebia que as pessoas somente podem, argumentar se elas tivessem um conhecimento científico mínimo. Desse modo, acreditava que caso as pessoas não dominassem os conteúdos mínimos esses deveriam ser transmitidos pelo professor de modo a evitar que a argumentação cessasse prematuramente.

Vemos que partir das experiências e concepções de PQRf após a graduação a importância da refutação se sobrepunha aos demais elementos da argumentação tais como: levantamento de hipótese, teste de hipótese, apresentação de controvérsia,

reforço da controvérsia, que juntamente com a refutação desempenham um papel importante no processo de argumentação.

Notamos que, nesse momento do processo, PQRF desconsiderava a importância das evidências na argumentação e que é possível empregar perguntas ou controvérsia para fomentar a argumentação sem forçar a refutação.

Dessa maneira, observa-se que após as aulas de argumentação na graduação esse professor possuía um repertório escasso acerca de como fomentar a argumentação científica.

A partir desses dados notamos que a participação de PQRF em atividades argumentativas, durante a graduação, gerou apenas concepções acerca de porque os estudantes argumentam e porque os professores devem levar esses a argumentar.

Durante a participação no processo de argumentação, na posição de estudante, não foi desenvolvido o conhecimento das estratégias necessárias para incorporar, adequadamente, a argumentação em sala de aula.

Ao analisar o CoRe I verificamos que estão presentes duas grandes ideias acerca da argumentação científica e que essas se relacionam a apenas dois propósitos para ensinar argumentação – (a) transmitir o conhecimento específico para que as professoras superem obstáculos epistemológicos e (b) propiciar o aprendizado forçando a refutação.

Com isso identificamos que, embora PQRF tivesse algum conhecimento de estratégias instrucionais voltadas para a argumentação científica, esse conhecimento era escasso permeado por concepções relacionadas ao modelo de transmissão de conhecimento. Isso ocorria porque possuía uma hibridação entre propósitos para ensinar o conteúdo específico voltados para o ensino tradicional e aqueles voltados para a argumentação científica.

Assim PQRF apresentava um PCKarg com potencial para ser desenvolvido mediante desenvolvimento de propósitos para o ensino do conteúdo específico alinhados com a argumentação científica. Esse desenvolvimento foi iniciado na interação entre PQRF e PQ como verifica-se na questão de pesquisa 2.

Com a questão – *Que aspectos da interação entre PQ e PQRF causaram o desenvolvimento do PCKarg de PQRF ao longo do (re)planejamento da formação em serviço?* – é possível identificar alguns aspectos que ao longo dos encontros para planejamento da formação em serviço favoreceram o desenvolvimento do PCKarg.

Durante esses encontros o conhecimento de PQRF acerca de estratégias instrucionais, da compreensão das professoras e principalmente dos propósitos para lecionar argumentação aumentou significativamente.

Destacamos que um ponto chave para esse aumento de conhecimento relaciona-se ao fato de que nesses encontros estava presente um importante aspecto que não esteve presente durante o curso da graduação.

Durante os encontros PQRF foi levado a desenvolver uma formação em serviço visando a argumentação científica, juntamente com PQ, e analisá-la pela perspectiva do professor.

Nesse contexto o movimento intelectual de identificar a intencionalidade por trás de cada ação do professor, selecionar e compreender os objetivos de cada atividade desenvolvida, (re)elaborar um plano de ação pedagógica julgando sua eficácia e eficiência favoreceu com que PQRF ampliasse seu repertório de estratégias instrucionais argumentativas.

Essa ampliação também foi favorecida pela apresentação de modelos de práticas argumentativas por meio dos quais foram apresentadas e discutidas estratégias instrucionais que o professor pudesse empregar para cumprir os objetivos de cada atividade e fomentar a argumentação.

Destacamos que dentro dos modelos há um importante aspecto que favorece desenvolvimento de estratégias instrucionais argumentativas. Esse aspecto relaciona-se à restrição de não fornecer respostas prontas aos questionamentos dos estudantes.

Conforme vimos a partir da análise dos dados, essa restrição fazia com que PQRF, antes e durante os encontros, buscasse estratégias pelas quais sem dar as respostas a argumentação fosse mantida.

Foi a partir desse contexto que PQRF tomou consciência de que:

- (i) Fazer boas perguntas é melhor do que dar boas respostas.
- (ii) As visões controversas podem ser empregadas para fomentar a argumentação.
- (iii) Existem propostas investigativas e não investigativas.
- (iv) Favorecer um ambiente que a refutação surja naturalmente é melhor do que forçar a refutação.
- (v) É possível se auto-refutar durante o processo de argumentação.
- (vi) Existem estratégias para lidar com as afirmações enganosas fomentando a identificação de contradições e o posicionamento.

Essa tomada de consciência ocorreu a partir das reflexões acerca dos modelos de práticas argumentativas de modo que com essas reflexões tomou-se consciência dos elementos que devem estar presentes em aulas argumentativas e como esses devem ser articulados ao longo dessas aulas.

Ainda em relação ao fornecimento de modelos de práticas argumentativas destacamos que PQRF se apoiou na prática docente de PQ e no vídeo do Lapef ao incorporar em seu repertório de estratégias a pergunta de justificativa com evidência – *Por que você pensa assim?*

Em ambos os casos identificou-se que durante a prática docente não foram fornecidas respostas prontas de modo que os professores sempre procuravam empregar perguntas de justificativa com evidência (abertas e fechadas) que fizessem os estudantes pensar acerca dos resultados que estavam obtendo e se a interpretação que davam a esse resultado fazia sentido.

Durante os encontros observou-se que essa pergunta aberta (*Por que você pensa assim?*) foi expandida para perguntas mais fechadas tais como:

- a) *À noite a água evapora?*
- b) *Você sabe o que a temperatura mede?*
- c) *Que experimento vocês poderiam propor para provar ou refutar isso?*

Com isso vemos que apresentar os elementos presentes nos modelos de práticas argumentativas serviu como ponto de partida para que PQRF desenvolvesse sua estratégia instrucional a partir de adaptações dos elementos presentes nesses modelos ao seu contexto.

Foi verificado ainda que ao longo dos encontros de planejamento as discussões acerca dos modelos de práticas argumentativas e estratégias instrucionais causaram uma mudança nos propósitos para ensinar o conteúdo específico.

Após as aulas da graduação PQRF tinha poucos propósitos voltados para o ensino com argumentação. Nesse contexto o foco dos propósitos recaía na relação conteúdo/professor. Dessa forma, a argumentação era secundária e apenas um instrumento por meio do qual o conteúdo deveria ser transmitido.

Assim os propósitos de PQRF eram suprir a falta de conteúdo específico e fazer contribuições orais de modo a levar as professoras/estudantes a transpor seus obstáculos epistemológicos.

Contudo, ao longo do planejamento da formação em serviço o foco dos propósitos foi mudado para a relação argumentação/estudante. Com isso surgiram propósitos tais como: alongar as discussões até que os estudantes construam o entendimento do conteúdo e a compreensão do desenvolvimento do conhecimento científico; evitar explicações reducionistas; expandir o raciocínio dos estudantes de modo a levá-los a entender os mundos micro e macroscópico por meio da

argumentação, das visões controversas, do posicionamento; gerar possibilidade de erros e acertos e desenvolver as habilidades investigativas dos estudantes.

Nesse contexto afirmamos que o conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico é o fator mais importante no desenvolvimento do PCKarg, pois o desenvolvimento dos demais conhecimentos do professor relacionados à argumentação estão condicionados a esse.

Afirmamos que o desenvolvimento do PCKarg de PQRF, durante os encontros com PQ, ocorreu a partir de mudanças nos propósitos para ensinar o conteúdo específico. Sendo assim, entre os conhecimentos desenvolvidos e refinados durante o planejamento com PQ destacamos esse conhecimento.

Como citado anteriormente ao longo do processo PQRF mudou sua visão acerca dos propósitos para ensinar o conteúdo específico. Notamos que, inicialmente, os propósitos eram voltados exclusivamente para conteúdo específico e a participação do professor e que, durante os encontros, esses mudaram para a argumentação científica e a participação dos estudantes.

Com essa mudança detectamos um desenvolvimento do PCKarg uma vez que isso exigiu que PQRF desenvolvesse estratégias instrucionais por meio das quais os novos propósitos fossem atingidos.

A partir disso, inferimos que para que os professores incorporem a argumentação científica em suas aulas e desenvolvam seu PCKarg deverão estar convencidos da necessidade dessa estratégia de aula.

Assim, nos parece razoável que esse convencimento ocorra por meio de uma mudança nas concepções e propósitos, que os professores possuem, para ensinar o conteúdo específico. Dessa forma, um professor que tenha a concepção de que o conhecimento se transmite e que o propósito de ensinar é transmitir todo conteúdo específico não verá sentido em empregar a argumentação científica em suas aulas e consequentemente não desenvolverá seu PCKarg.

Com base nisso afirmamos que o conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico influenciou PQRF na busca por estratégias instrucionais e técnicas, na aplicação e adaptação de modelos de práticas argumentativas e a (re)estruturação do conhecimento do conteúdo específico que esse professor fazia de modo a tornar o conteúdo compreensível para os estudantes.

Analisando e comparando os CoRes I e II, vemos que posicionar PQRF na condição de professor formador gerou demandas cognitivas que o fizeram refinar as grandes ideias acerca do ensino de argumentação, fortalecer a consciência da importância de empregar a argumentação científica em sala de aula, mudar os

propósitos ao lecionar argumentação científica e aprofundar o conhecimento de estratégias instrucionais.

Respondendo à questão – *Quais fatores influenciaram o desenvolvimento do PCKarg de PQRF ao longo dos encontros com as professoras polivalentes?* – verificamos que, ao longo da formação em serviço, os propósitos para ensinar argumentação se mantiveram. Porém os conhecimentos de PQRF de como atingir esses propósitos foram expandidos e aparecem mais articulados com o conhecimento de técnicas mais estruturadas de como fomentar e manter ocorrendo a argumentação.

Após o encontros com as professoras foi desenvolvida a concepção de que é necessário fomentar o surgimento de visões controversas e a apresentação dessas para iniciar e propagar a argumentação.

Essa concepção baseava-se nas observações que PQRF fez ao longo dos encontros pois identificou que os diferentes patrimônios culturais relacionavam-se a concepções prévias diferentes e geravam visões controversas a respeito da mesma situação-problema.

Após a formação em serviço PQRF mostrou ter desenvolvido a concepção de que a argumentação deve ser iniciada e alimentada aliando situação-problema e visão controversa. Destacamos que no CoRe II a relação entre situação-problema e visão controversa não foi registrada e portanto inferimos que durante os encontros com as professoras polivalentes o repertório de PQRF, acerca de estratégias instrucionais e das técnicas de implementação dessas, para fomentar a argumentação se expandiu.

Com isso, verificamos que a vivência com a situação-problema e o desenvolvimento de visões controversas e as reflexões a partir dessas desenvolveram o PCKarg de PQRF.

Analisando os CoRes I e II, verificou-se que, entre o final do curso de graduação e o final dos encontros para planejamento da formação em serviço, os propósitos para ensinar argumentação mudaram e se expandiram.

Após o planejamento esse professor possuía sete propósitos e apenas dois após o curso de graduação. Comparando os CoRes II e III, verificamos que os sete propósitos se mantiveram após os encontros com as professoras. Contudo, observamos que no CoRe III esses estão alinhados com novos elementos, relacionados a argumentação tais como: visões controversas; representações pictóricas e patrimônio cultural.

Assim, a vivência durante as interações com as professoras aprofundou o entendimento dos propósitos para ensinar o conteúdo específico e com isso ocorreu uma expansão do conhecimento de estratégias instrucionais.

Essa expansão se deu por meio do aprofundamento do conhecimento de técnicas que favorecem a argumentação. Sendo assim, observamos que durante a interação com as professoras PQRF apurou sua técnica de como iniciar e manter a argumentação.

No CoRe III verificamos que PQRF estruturou sua técnica em cinco passos em que a apresentação da situação-problema é feita em primeiro lugar (passo 1) seguida da divisão dos estudantes em pequenos grupos e discussão da situação-problema dentro dos pequenos grupos (passos 2 e 3).

Feito isso, os estudantes produzem representações pictóricas e discutem essas representações (passo 4) e por último socializam suas representações em um grupo grande contendo todos os grupos pequenos (passo 5).

Nessa estrutura observamos que PQRF propõe iniciar a argumentação apresentando uma situação-problema e fomentando o surgimento de visões controversas e argumentação em pequenos grupos nos passos de 1 a 4.

No passo 5 novamente é fomentado o surgimento de visões controversas e argumentação no grupo grande. Destacamos que os resultados obtidos durante o trabalho com representações pictóricas, na interação com as professoras polivalentes, reforçou a importância dessa estratégia no processo de planejamento das aulas com argumentação e implementação dessa estratégia durante a aula.

Assim trabalhar com representações pictóricas favoreceu o refinamento do conhecimento de estratégias instrucionais e o aprimoramento de técnicas de como favorecer a argumentação.

Nesse contexto, destacamos que o trabalho com representações pictóricas foi um fator importante no desenvolvimento do PCKarg de PQRF ao longo dos encontros com as professoras polivalentes.

Além disso, identificamos outros três fatores importantes no desenvolvimento do PCKarg de PQRF. Esses fatores configuram-se em três restrições (não dar respostas prontas; fazer boas perguntas e evitar que a argumentação se esgotasse prematuramente) que foram impostas a PQRF durante as interações com as professoras.

Isso desencadeou um movimento intelectual no sentido de PQRF se antecipar as demandas que poderiam surgir durante a argumentação ampliando seu repertório de perguntas e estratégias para atender as restrições.

Com esses dados observamos novamente que para ocorrer o desenvolvimento do PCKarg de PQRF foi necessário ocorrer mudanças nos propósitos para ensinar argumentação científica.

Assim, para PQRF incorporar, ao seu repertório de práticas argumentativas, as três restrições citadas anteriormente esse professor teve de mudar seus propósitos para ensinar o conteúdo específico do foco inicial no conteúdo/professor para o foco no argumento/estudante.

Sem que essa mudança tivesse ocorrido, tornar-se-ia inviável que o professor evitasse fornecer respostas prontas e que buscasse ampliar seu repertório de boas perguntas de modo a não fornecer as respostas e fomentar a argumentação.

Nesse contexto, notamos que o PCKarg de PQRF também se desenvolve ao longo dos encontros com as professoras porque as interações que surgiram nesses encontros demandaram que PQRF cumprisse as restrições de modo que esse professor teve de encontrar caminhos para alinhar suas estratégias com as restrições impostas.

IMPLICAÇÕES

A seguir serão apresentadas e discutidas algumas implicações dessa pesquisa para cursos de formação de professores. Isso será realizado respondendo à questão de pesquisa – *Quais aspectos surgem a partir dessa pesquisa que poderiam ser implementados em cursos de formação de professores de modo que esses incorporem a argumentação científica em suas aulas?*

A formação de um professor que incorpore adequadamente a argumentação científica em suas aulas apresenta alguns entraves. Nos cursos de formação de professores, quer durante a licenciatura quer na formação em serviço, deve ser considerado que apenas expor os professores ao laboratório investigativo e a argumentação científica não é suficiente.

Ressaltamos ainda que mesmo expondo os professores a aulas em que o laboratório investigativo e a argumentação científica estejam presentes, esses podem desenvolver concepções enganosas acerca de como organizar e dirigir aulas envolvendo argumentação e desenvolver práticas desalinhadas com os pressupostos relacionados a argumentação científica.

É importante considerarmos que as práticas experimentais presentes nos materiais didáticos escritos empregados pelos professores ainda fomentam o ensino não investigativo – seguindo receitas de bolo – em que a argumentação científica não tem espaço.

No contexto imposto por esses materiais os professores apenas levam os estudantes a provar que determinada concepção, presente no livro-didático, é verdadeira. Desse modo, nem o professor e nem o estudante conseguem entender a epistemologia da ciência e são levados a acreditar que a ciência é composta por verdades imutáveis e absolutas.

Dessa forma os professores adotam como principal propósito para ensinar o conteúdo específico a transmissão acrítica das concepções presentes no livro-didático.

Com isso acreditamos que o primeiro passo a ser dado, nos cursos de formação inicial de professores ou nos cursos de formação de professores em serviço, é propiciar condições em que ocorram mudanças no propósitos para ensinar o conteúdo específico.

Ressaltamos que tanto nos dados presentes na literatura quanto nos dados encontrados nesta investigação, a socialização pré-profissional formata a prática docente e é responsável, juntamente com o livro-didático por fazer com que os professores adotem o modelo da transmissão de conhecimento.

No presente trabalho identificamos que a exposição ao laboratório investigativo e à argumentação científica embora tenha sensibilizado o professor para a importância desses elementos não causou mudanças nos propósitos para ensinar o conteúdo específico.

Dessa maneira, no momento de planejar as aulas com argumentação científica as concepções dos propósitos para ensinar o conteúdo específico, originados ao longo de anos observando aulas, de professores que empregavam o modelo da transmissão de conhecimento estavam presentes e influenciaram as escolhas de estratégias instrucionais.

Assim, propomos que os cursos de formação de professores devem conter uma (Re)socialização pré-profissional alinhada com os propósitos dos professores ao lecionar os conteúdos específicos com os propósitos relacionados a argumentação científica e ao ensino investigativo.

Isso significa desenvolver o PCKarg dos professores de modo que esses além de ampliar seus propósitos para ensinar via argumentação, desenvolvam o conhecimento da compreensão dos estudantes e de estratégias instrucionais voltadas para a argumentação científica.

Ao longo desse trabalho identificamos que levar o professor a planejar uma formação em serviço com professoras que não possuíam formação científica aliviou as tensões relacionadas ao domínio do conteúdo específico e favoreceu que esse professor estivesse focado no *design* dos encontros, nas estratégias instrucionais e no conhecimento da compreensão das professoras.

Destacamos que é importante que, durante a formação dos professores, lhes seja fornecido um modelo estrutural de práticas argumentativas e empregar esse modelo como ponto de partida para reflexão acerca da prática docente e dos objetivos com a argumentação.

Com isso afirmamos que nos cursos de formação de professores esses devem ser levados a ocupar a posição de professores formadores – planejando, executando e refletindo acerca da formação – em que aqueles devem ensinar a outros professores o trabalho com argumentação científica com base no modelo de práticas argumentativas.

Com base nesta investigação acreditamos que as demandas cognitivas, que surgem ao longo desse processo, contribuem para que os professores formadores:

mudem seus propósitos para ensinar o conteúdo específico; ampliem o conhecimento de estratégias instrucionais que estejam alinhadas com os propósitos e melhorem o conhecimento da compreensão dos estudantes.

Além disso, verificamos ainda que durante o planejamento e execução do laboratório investigativo e da argumentação científica o conhecimento do conteúdo específico sofre transformação e ampliação.

Desse modo, os professores podem identificar concepções alternativas que esses possuem, entender porque essas concepções são incorretas e ampliar seu repertório conceitual.

Nesse contexto levar os professores em formação a sondar as concepções de parentes e amigos configura-se como uma estratégia de fácil implementação e que favorece com que os professores juntamente com mentores mais experientes identifiquem concepções enganosas – as próprias e as dos parentes e amigos – e alinhem seu conhecimento do conteúdo específico com o conhecimento científico.

Ainda nesse aspecto vemos uma importante estratégia de desenvolvimento do PCKarg, pois uma vez que o professor possua um conhecimento robusto do conteúdo específico poderá identificar as concepções enganosas dos estudantes, desenvolver um conhecimento mais aprofundado da compreensão dos estudantes.

Cabe destacar ainda a importância de levar os estudantes a planejarem e implementarem situações-problema adequadas a argumentação científica. Ao realizar essas tarefas observamos que é possível que ocorra a construção de um conhecimento do conteúdo específico alinhado com o conhecimento científico.

Assim, acreditamos que durante os cursos de formação para argumentação científica os participantes devem ser levados a planejar as situações-problemas, implementá-las e filmá-las e assistir aos registros em vídeo com a finalidade de analisá-las criticamente juntamente com um mentor mais experiente.

Afirmamos que ao professor planejar, executar e refletir, inicialmente com um mentor mais experiente, acerca de aulas envolvendo a argumentação científica e o laboratório investigativo existem ao menos dois aspectos importantes no desenvolvimento desse professor na formação para lecionar.

Em primeiro lugar verificou-se que ocorre o desenvolvimento dos elementos relacionados ao PCKarg. Sobretudo ocorrem mudanças nos propósitos para ensinar o conteúdo que favorecem o desenvolvimento de estratégias instrucionais. Destacamos que é importante restringir a ação do professor de modo que esse seja levado a pensar estratégias em que esse não possa dar respostas prontas e tenha de fazer boas perguntas de modo a manter a argumentação ocorrendo até atingir os propósitos para ensinar o conteúdo específico.

Além disso, esse desenvolvimento do PCKarg é acompanhado por um desenvolvimento do conhecimento do conteúdo específico.

Dessa forma, verificamos que nos cursos de formação de professores em primeiro lugar deve-se favorecer que esses vivenciem o laboratório investigativo e a argumentação científica e em segundo lugar colocar licenciandos ou professores na condição de formadores de outros professores – planejando, executando e refletindo a respeito do planejamento – além de desenvolver o PCKarg, desenvolve o conhecimento do conteúdo específico.

Ao final deste trabalho sugerimos algumas questões de pesquisa que acreditamos possam contribuir para o aprofundamento do conhecimento de como desenvolver o PCKarg de licenciandos e professores em exercício.

Desse modo, sugerimos que sejam feitas investigações com a finalidade de verificar:

- a) Como o preenchimento do CoRe de argumentação influencia o desenvolvimento do PCKarg?
- b) Como análises dos registros em vídeos das aulas em que os professores aplicam modelos de práticas argumentativas contribuem para o desenvolvimento do PCKarg?
- c) Que fatores do cotidiano da sala de aula desfavorecem o desenvolvimento do PCKarg?

Com esse trabalho esperamos abrir uma perspectiva para estudos e o debate envolvendo a relação entre a argumentação científica, o PCKarg, a prática docente e os cursos de formação de professores.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F. Pre-service and experienced biology teachers' global and specific subject matter structures: Implications for conceptions of pedagogical content knowledge. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v.2, n.1, p.1–29, 2006.
- ABELL, S.K. Research on science teacher knowledge. In S.K. Abell e N.G. Lederman (EDS.), **Handbook of research on science education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, p.1105-1149, 2007.
- ABELL, S. K. Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 10, p. 1405-1416, 2008.
- ABELL, S.K.; ROTH, M. Constraints to teaching elementary science: A case study of a science enthusiast student. **Science Education**, v.76, p.581–595, 1992.
- AKERSON, V. L., ABD-EL-KHALICK, F. S., & LEDERMAN, N. G. The influence of a reflective activity-based approach on elementary teachers' conceptions of the nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v.37, p.295 – 317, 2000.
- AKERSON, V. L., MORRISON, J. A., ROTH MCDUFFIE, A. One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, p.194–213, 2006.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. Science for all Americans. New York: Oxford University Press, 1990.
- ANDERSON, R. D.; MITCHENER, C. P. Research on science teacher education. In D. L. Gabel (Ed.), **Handbook of research on science teaching and learning**. New York: Macmillan, p.3–44, 1994.
- ANDRÉ, M. Questões sobre os fins e sobre os métodos de pesquisa em educação. **Revista Eletrônica de Educação**, v.1, n.1, p. 119–131, set. 2007.
- ANDREU, M. P.; RECENA, M. C. P. Concepções de estudantes do ensino médio relacionadas à ebulição da água . In: 13º ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2006, Campinas. Anais. UNICAMP, 2006, p.28.
- APPLEBEE, A. **Curriculum as conversation: Transforming traditions of teaching and learning**. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.

- APPLETON, K. Is there a fairy godmother in the house? **Australian Science Teachers Journal**, v.23, n.3, p.37–42, 1977.
- APPLETON, K. Student teachers' confidence to teach science: Is more science knowledge necessary to improve self-confidence? **International Journal of Science Education**, v.19, p.357–369, 1995.
- APPLETON, K. Science activities that work: Perceptions of primary school teachers. **Research in Science Education**, v.32, p.393–410, 2002.
- APPLETON, K. How Do Beginning Primary School Teachers cope with Science Toward an Understanding of Science Teaching Practice. **Research in Science Education**, v.33, p.1–25, 2003.
- APPLETON, K, e KINDT I. Why teach primary science? Influences on beginning teachers' practices. **International Journal of Science Education**, v.21, p.155 – 168, 1999.
- APPLETON, K.; KINDT I. Beginning elementary teachers' development as teachers of science. **Journal of Science Teacher Education**, v.13, p.43–61, 2002.
- BALL, D. L., & BASS, H. **Interweaving content and pedagogy in teaching and learning to teach: Knowing and using mathematics**. In J. Boaler (Ed.), Multiple perspectives on the teaching and learning of mathematics p.83–104 Westport, CT: Ablex, 2000.
- BANKS, F.; LEACH, J.; MOON, B. Extract from 'New understanding of teachers' pedagogic knowledge'. **Curriculum Journal**, v.16, n.3, p. 331–340, 2005.
- BAR, V.; GALILI, I. Stages of children's views about evaporation. **International Journal of Science Education**, v. 16, p. 157– 74, 1994.
- BAR, V.; TRAVIS, A.S. Children's views concerning phase changes. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28 p. 363–382, 1991.
- BELTRAN, N. O. Ideias em movimento. **Química Nova na Escola**, n. 5, p. 14–17, 1997.
- BERLAND, L. K., e HAMMER, D. Making sense of argumentation and explanation. **Science Education**, v.93, p.26–55, 2009.
- BERLAND, L. K., e REISER, B. J. Framing for scientific argumentation. **Journal of Research in Science Teaching**, v.49 n.1,p.68–94, 2012.
- BERRY, A., LOUGHHRAN, J., e VAN DRIEL, J. H. Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. **International Journal of Science Education**, v.30, n.10, p.1271–1279, 2008.
- BERTRAM, A.; LOUGHRAN, J. Science teachers' views on CoRes and Papers as framework for articulating and developing pedagogical content knowledge. **Research Science Education**, v.42, p.1027–1047, 2011.

- BORKO, H. Professional development and teacher learning: Map-ping the terrain. **Educational Researcher**, v. 33, n.8, p.3–15, 2004.
- BOURDIEU, P. **A miséria do mundo**. Tradução de Mateus S. Soares. 3ª edição. Petrópolis: Vozes, 1999.
- BROWN, A.L. Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In: R. Glaser (Org.), **Advances in Instructional Psychology**. Hillsdale, N.J.: Erlbaum. **Research Science Education**, 1978.
- BUCAT, R. Implications of chemistry education research for teaching practice: Pedagogical content knowledge as a way forward. **Chemistry Education International**, v.6, n.1, p.1–2, 2005.
- CANPOLAT, N. Turkish undergraduates' misconceptions of evaporation, evaporation rate, and vapour pressure. **International Journal of Science Education**, n.15 v.28, p.1757–1770, 2006.
- CARPENTER, T.P. LYNN-BLANTON, M., COBB, P., LOEF-FRANK, M. KAPUT, J. e MC CLAIN, K. **Scaling up innovative practices in mathematics and science**. Research report NCISLA (National center for improving learning and achievement in mathematics and science). Madison, WI: Wisconsin Center for Education, University of Wisconsin-Madison, 2004.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Física – Coleção Ideias em Ação**. 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010
- CHANG, J. Teachers college students' conceptions about evaporation, condensation and boiling. **Science Education**, v.83, p.511–526, 1999.
- CLOUGH, E. E.; DRIVER, R. **Secondary students' conceptions of the conduction of heat: Bringing together scientific and personal views**, *Physics Education*, v.20, p.176–182, 1985.
- COCHRAN, K.F.; DE RUITER, J.; KING, R.A. Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. **Journal of Teacher Education**, v.44, p.263–272, 1993.
- DAVIS, E.A. Knowledge integration in Science teaching: Analyzing teachers' knowledge development. **Research in Science Education**, v.34, n.1, p. 21–53, 2004.
- DAVIS, E.A., KRAJCIK, J.S. Designing educative materials to promote teacher learning. **Educational Researcher**, v.34, n.3, p.3–14, 2005.
- DRIVER, R.; NEWTON, P. e OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v.84, p.287–312, 2000.
- DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar**, n.24, p. 213 – 225, 2004.

- DUCATTI-SILVA, K.C. **A formação no curso de Pedagogia para o ensino de ciências nas séries iniciais**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Marília, São Paulo, 2005.
- DUSCHL, R.A., SCHWEINGRUBER, H.A. e SHOUSE, A.W. (Eds) **Taking Science to school: Learning and teaching Science in grade K-8**. Washington, DC: National Academy Press, 2007.
- ERDURAN, S. Promoting ideas, evidence and argument in initial teacher training. **School Science Review**, v.88, n.321, p.45–50, 2006.
- ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P., “Methodological Foundations in the Study of Science Classroom Argumentation”, In: Jiménez-Aleixandre e Erduran, **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**, Dordrecht: Springer, 2008.
- ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPing into argumentation; Developments in the application of Toulmin’s Argument Pattern for Studying Science Discourse. **Science Education**, v.88, n.6, p.915-933, 2004.
- EVAGOROU, M.; DILLON, J. Argumentation in the teaching of science. In D. Corrigan, J. Dillon e R. Gunstone (Eds), **The professional knowledge base of science teaching**, New York: Springer, 2011.
- FELDMAN, A. Decision making in the practical domain: A model of practice conceptual change. **Science and Education**, v.84, n.5, p.606–623, 2000.
- FENSTERMACHER, G. The knower and the known: The nature of knowledge in research on teaching. **Review of Research in Education**, v.20, p.3–56, 1994.
- FERNANDEZ, C. PCK - Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas, SP. **Atas do VIII ENPEC**. Rio de Janeiro, RJ:ABRAPEC, 1, p.1-12, 2011. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0370-1.pdf>. Acesso em: 3/05/2014.
- FERNANDEZ, C. Knowledge base for teaching and Pedagogical Content Knowledge (PCK): some useful models and implications for teachers training. **Problems of Education in the Twenty First Century**, 60, p.799-100, 2014.
- FERNANDEZ, C.; GOES, L. F. Conhecimento pedagógico do conteúdo: estado da arte no ensino de ciências e matemática. In: Garritz, A.; Rosales, S.F.D; Lorenzo, M.G. (Org.). **Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana**. 1ed.Saarbrücken, Alemanha: Editorial Académica Española, p.65-99, 2014.

- FERNÁNDEZ-BALBOA, J.-M.; STIEHL. The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors. **Teaching and Teacher Education**, v.11, n.3, p.293–306, 1995.
- FONTANA, R.; CRUZ, N. **Psicologia e Trabalho Pedagógico**, São Paulo: Editora Atual 1997.
- FRIEDRICHSEN, P.; VAN DRIEL; ABELL, S. Taking a closer look at science teaching orientations **Science Education**, v.95, n.2, p.358–376, 2011.
- GABEL, D. L.; BUNCE, D. M. **Handbook of Research on Science Teaching and Learning**. Macmillan: New York, p.301– 326, 1994.
- GESS-NEWSOME, J. Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. In: GESS-NEWSOME, J. & LEDERMAN, N. (Eds.), **Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education**. Dordrecht, Netherlands: Kluwer, p.51–94, 1999.
- GÓES, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos Cedes**, XX, v. 50, p.9–25, 2000.
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar – como fazer pesquisa qualitativa em Ciência Sociais**. Rio de Janeiro/São Paulo: Editora Record, 1997.
- GOMEZ, E. J., BENARROCH, A., MARIN, N. Evaluation of the degree of coherence found in students' conceptions concerning the particulate nature of matter. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n.6, p.577–578, 2006.
- GONZÁLEZ, F. E. **Metacognición y tareas intelectualmente exigentes**. Zetetiké, v.6, n.9, p.59–87, 1998.
- GOODRUM, D.; HACKLING, M.; RENNIE, L. **The status and quality of teaching and learning in Australian schools**. Canberra: Department of Education, Training and Youth Affairs, 2001.
- GOODWIN, A. Evaporation and boiling trainee science teachers' understanding. **School Science Review**, v.84, n.309, p.131–141, 2003.
- GRAYSON, D.J.; HARRISON, A.G.; e TREAGUST, D.F. **A multidimensional study of changes that occurred during a short course on heat and temperature**. In A. Hendricks, (Ed), *SAARMSE 3rd Annual Meeting*, Vol 1, p.273–283, 1995. Cape Town, South Africa.
- GROSSMAN, P. L. **The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education**. New York: Teachers College Press, 1990.
- HAEFNER, L. A., e ZEMBAL-SAUL, C. Learning by doing? Prospective elementary teachers' developing understandings of scientific inquiry and science teaching and

- learning. **International Journal of Science Education**, v.26, n.13, p.1653–1674, 2004.
- HAMBURGER, E. W. Alguns apontamentos sobre o ensino de Ciências nas séries escolares iniciais. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 60, p. 93 –104, 2007. Acessado em 12/08/2014 em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n60/a07v2160.pdf>
- HARDY, T.; BEARLIN, M.; KIRKWOOD, V. Outcomes of the primary and early childhood science and technology education project at the University of Canberra. **Research in Science Education**, v.20, p.142–151, 1990.
- HARLEN, W. Primary teachers' understanding in science and its impact in the classroom. **Research in Science Education**, v.27, p.323–337, 1997.
- HARRISON, A. G., TREAGUST, D. F. The particulate nature of matter: Challenges in understanding the submicroscopic world. In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.), **Chemical education: Towards research-based practice**. Dordrecht: Kluwer Academic., p.189–212, 2002.
- HATZINIKITAS, V., KOULALIDIS, V., HATZINIKITAS, A. Modeling pupils' understanding and explanations concerning changes in matter. **Research in Science Education**, v.35, p.471–495, 2005.
- JANE, B.; MARTIN, M.; TYTLER, R. Changing primary teacher trainees' attitudes to science. **Research in Science Education**, v.21, p.188–197, 1991.
- JARVIS, T., PELL, A., MCKEON, F. Changes in primary teachers' science knowledge and understanding during a two year in-service program. **Research in Science and Technological Education**, v. 21, n.1, p.17–42, 2003.
- JEANPIERRE, B., OBERHAUSER, K. e FREEMAN, C. Characteristics of professional development that effect change in secondary science teachers' classroom practices. **Journal of Research in Science Teaching**, v.42, n.6, p.668–690, 2005.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M.P.; RODRIGUES, A.B.; DUSCHL, R. "Doing the lesson" or "Doing science": Argument in high school genetics. **Science Education**, v.84, n.6, p.757–792, 2000.
- JOHNSON, K.E.; The emerging beliefs and instructional practice of pre-service English as a second language teachers' **Teachers and teaching Education**, v.4, p.439–452, 1994.
- JOHNSON, P. M. Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 1. Boiling water and the particle theory. **International Journal of Science Education**, v.20, n.5, p.567–583, 1998.
- JOHNSON, P. M., PAPAGEORGIOU, G. Rethinking the introduction of particle theory: A substance-based framework. **Journal of Research in Science Teaching**, v.47,

p.130–150, 2010.

- KELLY, G.; CHEN. K.; The sound of music: Constructing science as sociocultural practices through oral and written discourse. **Journal of Research in Science Teaching**, v.36, n.8, p.883–915, 1999.
- KELLY, G.; DRUCKER, S.; CHEN. K.; Students' reasoning about electricity: combining performance assessment with argumentation analysis. **International Journal of Science Education**, v.20, n.7, p.849-871, 1998.
- KELLY, G.; TAKAO, A. Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. **Science Education**, v.86, p.314–342, 2002.
- KIKAS, E. Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. **Journal of Research in Science Teaching**, v.40, n.5, p.432–448, 2004.
- KIND, V. Pedagogical content knowledge in science education. **Studies in Science Education**, v.45, p.169–204, 2009.
- KOBALLA, T.R.; GRÄBER, W.; COLEMAN, D.; KEMP, A.C. Prospective teachers' conceptions of knowledge base for teaching chemistry at the gymnasium. **Journal of Science Teacher Education**, v.10, n.4, p.269–286, 1999.
- KOKKOTAS, P., VLACHOS, I., KOULALDIS, V. Teaching the topic of the particulate nature of matter in prospective teachers' training courses. **International Journal of Science Education**, v.20, n.3, p.291–303, 1998.
- KRNEL, D., WATSON, R., GLAZAR, S.A. Survey of research related to the development of the concept of matter. **International Journal of Science Education**, v.20, n.3, p.257–289, 1998.
- LEE, E., LUFT, J. Experienced secondary science teachers' representation of pedagogical content knowledge. **International Journal of Science Education**, v.30, n.10, p.1343–1363, 2008.
- LEMKE, J.L.; **Talking science: Language, learning and values**. Norwood, NJ: Ablex, 1990., J.L.; **Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones**. IN M. Benlloch (Ed.), *La educación en ciencias: Ideas para mejorar su práctica* p.159–185, Barcelona, Espanha: Paidós, 2002.
- LEMMA, A.; A diagnostic assesment of eight grade students' and their teachers' misconceptions about basic chemical concepts. **African Journal of Chemistry Education**, v.3, n.1 p.39–59, 2013.

- LINN, M.C., EYLON, B.S. e DAVIS, E.A. **The knowledge integration perspective on learning.** In M.C. Linn, E.A. Davis & P. Bell (Eds.), *Internet environments for Science education* p.29–46, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2004.
- LORTIE, D.; *Schoolteacher: A Sociological study.* London: University of Chicago Press, 1975.
- LOUGHRAN, J.; BERRY, A.; MULHALL, P. In search of pedagogical knowledge in science: developing ways of articulating and documenting professional practice. **Journal of Research in Science Teaching**, v.41, n.4, p.370-391, 2003.
- LOUGHRAN, J.; MILROY, P.; BERRY, A.; GUNSTONE, R.; MULHALL, P. Documenting Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Through PaP-eRs. **Research in Science Education**, v.31, n.2, p. 289 – 307, 2001.
- LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. Exploring Pedagogical Content Knowledge in Science Teacher Education. **International Journal of Science Education**, v.30, p.1301–1320, 2008.
- LÜDKE, M., ANDRÉ, M.E.D.A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.* São Paulo: EPU, 1986.
- MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. In: GESS-NEWSOME, J. & LEDERMAN, N. (Eds.), **Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education.** Dordrecht, Netherlands: Kluwer, p. 95–132, 1999.
- MARKS, R. Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to modified conception. **Journal of Teacher Education**, v.41, p.3–11, 1990.
- MARTIN, A. M., e HAND, B. Factors affecting the implementation of argument in the elementary science classroom. A longitudinal case study. **Research in Science Education**, v.39, n.1, p.17–38, 2009.
- MARTIN, O., MULLIS, I., GONZALES, E., CHROSTOWSKI, S. TIMSS 2003 international science report. **International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)**, Boston College, MA, TIMSS and PIRLS International Study Centre, 2004.
- MASON, L. An analysis of children's construction of new knowledge through their use of reasoning and arguing in classroom discussions. **Qualitative Studies in Education**, v.9, n.4, p.411–433, 1996.
- McDONALD, J. E., Homogeneous nucleation of vapour condensation. I. Thermodynamic aspects. **American Journal of Physics**, v.30, p.870–877, 1962.
- McNEILL, K. L. Teachers' use of curriculum to support students in writing scientific

- arguments to explain phenomena. **Science Education**, v.93, n.2, p.233–268, 2009.
- 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, p.936–972, 2013.
- McNEILL, K. L., e PIMENTEL, D. S. Scientific discourse in three urban classrooms: The role of the teacher in engaging high school students in argumentation. **Science Education**, v.94, n.2, p.203–229, 2010.
- MEADE, P.; McMENIMAN, M. Stimulated recall – An effective methodology for examining successful teaching in science. **Australian Educational Researcher**, v.19, n.3, p.1–18, 1992.
- MELLADO, V.; BLANCO, L.J.; RUIZ, C. A framework for learning to teach science in initial primary teacher education. **Journal of Science Teacher Education**, n.9, p.195– 219, 1998.
- MELLO, T. A. Argumentação e metacognição na solução de problemas aritméticos de divisão. 2008. 336p. Dissertação (Mestrado) UNICAMP, Campinas, 2008.
- MINAYO, M. C. **O desafio do conhecimento científico: Pesquisa qualitativa em saúde**. 2ª edição. São Paulo/Rio de Janeiro Hucitec – Abrasco, 1993.
- MONTENEGRO, V.L.S. Processo reflexivo e o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: análise a partir de uma intervenção na formação contínua de professores de química. 2011. 273p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- MOREIRA, D. A., **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. **Aprendizagem significativa – A teoria de David Ausubel**. 2ª edição. São Paulo Centauro, 2006.
- MOREIRA, W. A.; TRENTIN, P. H.; FERNANDEZ, C. O experimento da vela encapsulada e a argumentação: uma investigação com base no Modelo Argumentativo de Toulmin (MAT). In: **8º Encontro Nacional de Pesquisa no Ensino de Ciências – ENPEQ**, 6 – 9, Dez. 2011, UNICAMP – Campinas – SP.
- MOREIRA, W. A.; TRENTIN, P. H.; MOREIRA, C. M. G. Concepções dos alunos sobre pressão de vapor: um estudo das concepções prévias e sua influência na aprendizagem. In: **14º Encontro Nacional do Ensino de Química – ENEQ**, 21 – 24, Jul. 2008, Curitiba – PR. Livro de resumos. Curitiba: UFPR, 2008, EA – 002.
- MORTIMER, E. F. Concepções Atomísticas do Estudantes. **Química Nova na Escola**, n.7, p.23-26, 1995.

- MORTIMER, E.F. Microgenetic analysis and the dynamic of explanation in science classrooms. **Proceedings of the III Conference for Sociocultural Research**, <http://www.fae.unicamp.br>, 2000.
- MORTIMER, E. F.; AMARAL, L.O.F. Quanto mais quente melhor: Calor e temperatura no ensino de termoquímica. **Química Nova na Escola**, n.1, p.30–34, 1998.
- MORTIMER, E. F.; AMARAL, E.M.R. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira em educação em Ciências**, v.1, n.3, p.5–18, 2001.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. M. Anomalies and conflicts in classroom discourse. **Science Education**, n.84, p.429–444, 2000.
- MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P.; Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: Possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.14, n.2, p.191–218, 2009.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.3, p.1–24, 2002.
- MUNBY, H., CUNNINGHAM, M., e LOCK, C. School science culture: A case study of barriers to developing professional knowledge. **Science Education**, v.84, p.193–211, 2000.
- MUNBY, H. e RUSSELL, T. Transforming chemistry research into teaching: The complexities of adopting new frames for experience. In T. Russell e H. Munby (Eds.), **Teachers and teaching: From classroom to reflection** p.90–108. London: Falmer Press, 1992.
- NAPPER, I.; CRAWFORD, G. Focus folklore: Reflections of focus teachers on the Sci-Tech Inservice Project. **Research in Science Education**, v.20, p.230–239, 1990.
- NATIONAL COUNCIL of TEACHERS of MATHEMATICS. Professional teaching standards for teaching mathematics. Reston, VA: Author, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2011). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academies Press.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts and core ideas. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Inquiry and the National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8. Washington, DC: The National Academies Press, 2007.
- NILSSON, P. Teaching for understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. **International Journal of Science Education**, v.30, n.10, p.1281–1299, 2008.
- NILSSON, P.; DRIEL, V. Teaching together and learning together – Primary science student teachers' and their mentors' joint teaching and learning in the primary classroom. **Teaching and Teacher Education**, v.26, n.6, p.1309–1318, 2010.
- NOVAK, J. **Learning, creating and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations**. (2nd ed.) New York: Routledge, 2010.
- OSBORNE, J.; SIMON, S. Primary Science: Past and future directions. **Studies in Science Education**, v.26, p.99–147, 1996.
- OSBORNE, R. J.; COSGROVE, M. M. Children's conceptions of the changes of state of water. **Journal of Research in Science Teaching**, v.20, n.9, p.825– 38, 1983.
- PAPAGEORGIOU, G., JOHNSON, P. M. Do particle ideas help or hinder pupils' understanding of phenomena? **International Journal of Science Education**, v.27, n.11, p.1299–1317, 2005.
- PAPAGEORGIOU, G., JOHNSON, P. M., FOTIADES, F. Explaining melting and evaporation below boiling point. Can software help particle ideas? **Research in Science and Technological Education**, v.26, n.2, p.165–183, 2008.
- PAPAGEORGIOU, G.; SAKKA, D. Primary school teachers' views on fundamental chemical concepts. **Chemistry Education Research and Practice**, v.2, p.237–247, 2000.
- PAPAGEORGIOU, G., STAMOVLASIS, D.; JOHNSON, P. M. Primary teachers' particle ideas and explanations of physical phenomena: Effect of an in-service training course. **International Journal of Science Education**, v.32, n.5, p.629–652, 2010.
- PARK, S. H.; OLIVER, J. S. Revisiting the conceptualization of Pedagogical Content Knowledge: PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. **Research in Science Education**, v.38, n.3, p.261-284, 2008.
- PELLA, M.O. The Laboratory and Science Teaching. In: Andersen, H. O. **Reading in Science Education for the Secondary School**. Londres: The Macmillan Company, 1969.
- PINE, K., MESSER D.; ST. JOHN, K. Children's misconceptions in Primary school: A survey of teacher's views. **Research in Science Technological Education**, v.19, n.1, p.79–96, 2001.

- POGROW, S. Reforming the wannabe reformers: Why education reforms almost always end up making things worse. **Kappan**, v.77, p.656–663, 1996.
- PUTNAM, R.; BORKO, H. What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teaching learning? **Educational Researcher**, v.29, n.1, p.4–15, 2000.
- RIBEIRO, C. Metacognição: Um Apoio ao Processo de Aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.16, n.1, p.109-116, 2003.
- ROLLNICK, M.; BENNETT, J.; RHEMTULAA, M.; DHARSEY, N.; NDLOVU, T. The place of Subject Matter Knowledge in Pedagogical Content Knowledge: a case study of South African teachers teaching the amount of substance and chemical equilibrium. **International Journal of Science Education**, v.30, n.10, p.1365–1387, 2008.
- RUSSELL, T., HARLEN, W., WATT, D. Childrens' ideas about evaporation. **International Journal of Science Education**, v.11, p.566–576, 1989.
- SALAZAR, S. F. El conocimiento pedagógico del contenido como categoria de estudio de la formación docente. Actualidades investigativas en educación, v.5, n.2, 2005. Versão online<<http://revista.inie.ucr.ac.cr/>>
- 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.
- SCHNETZLER, R. P.; ROSA, M. I. P. S. A investigação-ação na formação continuada de professores de ciências. **Ciência e Educação**, v.9, n.1, p.27-39, 2003.
- SCHNETZLER, R. P.; ROSA, M. I. P. S. Sobre a importância do conceito *transformação química* no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.8, p.31-35, 1998.
- SCHON, D. **Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions**. San Francisco: Jossey-Bass, 1987.
- SCHOON, K. J., BOONE, W. J. Self-efficacy and alternative conceptions of science of pre-service elementary teachers. **Science Education**, v. 82, p.553–568, 1998.
- SCHWAB, J. **Education and the structure of the disciplines**. In J. Schwab (Ed.), Science, curriculum, and liberal education. Chicago: University of Chicago Press, 1978.
- SELLTIZ, C. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. Tradução de Maria Martha Hubner de Oliveira. 2ª edição. São Paulo: EPU, 1987.
- SHULMAN, L. S. Paradigms and research programs in the study of teaching. In: M.C. Wittrock (Ed.), **Handbook of research on teaching**. New York: MacMillan, 1986.

- SHULMAN, L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v.57, n.1, p.1–22, 1987.
- SIMON, S.; ERDURAM, 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.
- SKAMP, K. General science knowledge and attitudes towards science and science teaching of pre-service primary teachers: Implications for pre-service units. **Research in Science Education**, v.19, p.257–267, 1989.
- SKAMP, K. Student teachers' entry perceptions about teaching primary science: does a first degree make a difference? **Research in Science Education**, v.27, p.515–539, 1997.
- SMITH, D.C. Changing our teaching: The role of pedagogical content knowledge in elementary science. In: GESS-NEWSOME & N.G. LEDERMAN (Eds.), **Examining pedagogical content knowledge** Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, p.163–198, 1999.
- SMITH, D.C.; ANDERSON, C.W. Appropriating scientific practices and discourses with future elementary teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, v.36, p.755–776, 1999.
- SMITH, D.C.; NEALE, D.C. The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. **Advances in Research on Teaching**, v.2, p.187–243, 1991.
- SÖZBİLİR, M. A Review of Selected Literature on Students' Misconceptions of Heat and Temperature. **Boğaziçi University Journal of Education**, v.20, n.1, p.25 –41, 2003.
- STAVY, R.; Children's conceptions of changes in the state of matter: From liquid (or solid) to gas. **Journal of Research in Science Teaching**, v.27, n.3, p.247–266, 1990.
- SYMINGTON, D.; HAYES, D. What do you need to know to teach science in the primary school? **Research in Science Education**, v.19, p.278 – 285, 1989.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis (RJ) Ed. Vozes, 2002
- THOMPSON, F. E; LOGUE, S. An exploration of common student misconception in science. **International Education Journal**, v.7, n.4, p.553–559, 2006.
- TOULMIN, S. **The uses of argument**. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.
- TRIPP, D. Critical theory and educational research. **Issue In Educational Research**, v.2, n.1, p.13–23, 1992.
- TYTLER, R. A comparison of year 1 and year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: Dimension of conceptual progression. **International Journal of Science Education**, v.22, p.447–467, 2000.

- VAN DRIEL, J. H.; VERLOOP, N.; DE VOS, W. Developing science teachers' pedagogical content knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, v.35, n.6, p.673–695, 1998.
- VEAL, W.R.; MAKINSTER, J.G. Pedagogical content knowledge taxonomies. **Electronic Journal of Science Education**, 1999.
- VEENMAN, S. Perceived problems of beginning teachers. **Review of Educational Research**, 54, p.143-178, 1984.
- VERHEIJ, B. Evaluating arguments based on Toulmin's scheme. **Argumentation**, v.19, p.347-371, 2005.
- VIENNOT, L. Spontaneous Reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education**. v.1, n.2, p.205–221, 1979.
- VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. São Paulo: ed. Martins Fontes, 1984.
- WALSH, M.; LYNCH, P. Educating Rita: Part 2. Any more for science, and if so, why? **Research in Science Education**, v.15, p.13–17, 1985.
- WEINERT, F.E. Metacognition and motivation as determinants of effective learning and understanding. In: F. E. Weinert & R. Kluwe (Orgs.), **Metacognition, Motivation, and Understanding**, Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1987.
- WILSON, S.M.; BERNE, J. Teacher learning and the acquisition of professional knowledge: An examination of research on contemporary professional development. **Review of Research in Education**, v.24, p.173–209, 1999.
- WILSON, S.M., SHULMAN, L.; RICHERT, A. **150 different ways of knowing: Representations of knowledge in teaching**. In J. Calderhead (Eds.), *Exploring Teachers' Thinking* p.104–124. London: Cassell Educational Limited, 1987.
- ZEIDLER, D.L. The central role of fallacious thinking in Science Education. **Science Education**, v.81, n.4, p.483-496, 1997.
- ZEMBAL-SAUL, C. Learning to teach elementary school Science as argument. **Science Education**, v.93, p.687–719, 2009.
- ZEMBAL-SAUL, C.; DANA, T. **Exploring the nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for supporting children's scientific inquiry (PCK-SI)**. Paper presented at the annual conference of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, 2000.
- ZEMBAL-SAUL, C., MUNFORD, D., CRAWFORD, B., FRIEDRICHSEN, P.; LAND, S. Scaffolding pre-service Science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection. **Research in Science Education**, v.32, p.437–463, 2002.

- ZOHAR, A. **Higher order thinking in science classrooms: Students' learning and teachers' professional development**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic, 2004a.
- ZOHAR, A. Elements of teachers' pedagogical knowledge regarding instruction of higher order thinking. **Journal of Research in Science Education**, v.15, n.4, p.293–312, 2004b.
- ZOHAR, A. Science teacher education and professional development in argumentation. In S. Erduran e M.P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), **Argumentation in Science education: Perspectives from classroom-based research** p.245–268. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2008.