

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

**THAIS MARA ANASTÁCIO OLIVEIRA**

**OS CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS DE FUTURAS  
PROFESSORAS DE QUÍMICA SOBRE ANALOGIAS E  
SOBRE O USO DE ANALOGIAS NO ENSINO E AS  
INFLUÊNCIAS DE UM PROCESSO FORMATIVO**

**MARIANA  
2018**

**THAIS MARA ANASTÁCIO OLIVEIRA**

**OS CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS DE FUTURAS  
PROFESSORAS DE QUÍMICA SOBRE ANALOGIAS E SOBRE O  
USO DE ANALOGIAS NO ENSINO E AS INFLUÊNCIAS DE UM  
PROCESSO FORMATIVO**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Ouro Preto.

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

Orientadora: Nilmara Braga Mozzer

**MARIANA  
2018**

O482c

Oliveira, Thais Mara Anastácio.

Os conhecimentos profissionais de futuras professoras de química sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino e as influências de um processo formativo [manuscrito] / Thais Mara Anastácio Oliveira. - 2018. 219f.: il.: color; graf; tabs.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Nilmara Braga Mozzer.

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

Área de Concentração: Educação.

1. Professores - Formação. 2. Formação profissional. 3. Analogia. 4. Professores de química. I. Mozzer, Nilmara Braga. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 377.8



**Thais Mara Anastácio Oliveira**

" Os conhecimentos profissionais de futuras professoras de química sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino e as influências de um processo formativo."

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

**Prof. Dra. Nilmara Braga Mozzer (Orientadora)**  
Universidade Federal de Ouro Preto

**Prof. Dra. Celia Maria Fernandes Nunes (Membro)**  
Universidade Federal de Ouro Preto

**Prof. Dr. Júlio Emílio Diniz Pereira (Membro)**  
Universidade Federal de Minas Gerais

## AGRADECIMENTOS

A Deus por se fazer presente em todos os momentos da minha vida, mostrando caminhos e me encorajando a segui-los.

À minha orientadora, Nilmara, pela orientação e pelos valiosos ensinamentos e discussões. Acima de tudo, agradeço pelas palavras e gestos de incentivo, pela amizade e carinho que foram tão importantes ao longo deste percurso.

Aos meus pais, Aparecida e João Bosco, e às minhas irmãs Taciany e Tamara por estarem sempre presentes me encorajando nos momentos difíceis e celebrando comigo os momentos de alegria.

Aos familiares que passaram a abraçar esse objetivo junto comigo. Em especial, agradeço à tia Edna e ao tio Edmar pelo incentivo.

Aos meus amigos, que fizeram dessa jornada mais alegre. Em especial, agradeço à Beatriz Carvalho e ao Wesley pelo companheirismo.

Aos membros da banca pelas valiosas contribuições proporcionadas para a melhoria deste trabalho.

Aos colegas do grupo Práticas Científicas e Educação em Ciências pelas ricas discussões e por compreenderem o sentido do trabalho em grupo.

Finalmente, deixo meus sinceros agradecimentos aos alunos da disciplina Práticas de Ensino de Química I que, tão prontamente, se dispuseram a participar dessa pesquisa. Em especial, agradeço às futuras professoras que compuseram minha amostra.

*“Ninguém começa a ser educador numa certa terça-feira às quatro da tarde. Ninguém nasce educador ou marcado para ser educador. A gente se faz educador, a gente se forma, como educador, permanentemente, na prática e na reflexão sobre a prática.”*

(Freire, 1991)

## RESUMO

Diferentes autores têm reconhecido a importância de que os cursos de formação de professores busquem auxiliá-los no desenvolvimento de seus conhecimentos profissionais. Para que isso ocorra é necessário compreender quais são esses conhecimentos e como a formação acadêmico-profissional de professores pode contribuir para o desenvolvimento dos mesmos. Isso levou-nos a propor um modelo que caracteriza e discute os Conhecimentos Profissionais de Professores de Ciências em Formação (CPPF). Neste modelo, a articulação teoria-prática é o eixo norteador da formação de professores, e tem o potencial de favorecer o desenvolvimento, integração e transformação dos CPPF. Este modelo nos permitiu situar o conhecimento sobre analogias e sobre o uso de analogias como um elemento constituinte desses conhecimentos. Isso justifica nosso interesse em investigar como os conhecimentos profissionais de duas futuras professoras de Química sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino podem ter sido influenciados pelo processo formativo vivenciado na disciplina Práticas de Ensino de Química I, ministrada no curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto. A partir dos dados obtidos, elaboramos um estudo de caso, a partir do qual identificamos os conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino de Ciências expressos nos planejamentos, nas aulas ministradas e nas entrevistas realizadas com as futuras professoras, assim como a influência do processo formativo na manifestação dos mesmos. A análise dos resultados evidenciou que, ao longo do processo as futuras professoras apresentaram um avanço em suas concepções sobre analogias, destacando várias funções epistemológicas que elas podem assumir. Esses avanços nas concepções sobre analogias parecem ter ocorrido, principalmente, devido à influência da modelagem analógica vivenciada no processo formativo. Os conhecimentos sobre o uso de analogias no ensino também passaram por alterações significativas, pois as futuras professoras partiram de uma concepção na qual a analogia deveria ser integralmente apresentada e interpretada pelas futuras professoras, para uma na qual os estudantes deveriam participar ativamente de todo o processo de discussão da analogia. Essa mudança de foco na maneira de compreender o uso de analogias no ensino parece ter sido influenciada por diferentes etapas do processo formativo: modelagem analógica; os contextos de ensino experimentados; e a reflexão sobre os mesmos. Essas diferentes influências parecem ter contribuído de maneira complementar para que, ao final do processo, identificássemos conhecimentos coerentes, com base naqueles apontados pela literatura da área. A articulação teoria-prática mostrou-se central em nosso estudo, possibilitando a manifestação de vários elementos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino, assim como a reflexão sobre esses conhecimentos. As discussões estabelecidas neste trabalho implicam em reconhecer os (futuros) professores como transformadores de conhecimentos e a sua formação fundamentada na lógica profissional. Nesse sentido, se estamos interessados que o uso de analogias no ensino se diferencie da mera transmissão/recepção de conhecimentos, devemos delinear processos formativos nos quais os futuros professores vivenciem situações práticas e reflitam sobre *como* utilizá-las de forma apropriada no ensino. Devido ao papel de destaque da modelagem analógica no processo formativo, ressaltamos a necessidade de que pesquisas adicionais sejam realizadas, visando compreender mais profundamente como este processo pode favorecer o desenvolvimento de conhecimentos sobre analogias e sobre o uso criativo de analogias no ensino.

**Palavras-chave:** Conhecimentos profissionais de futuros professores; Analogias; Uso de analogias no ensino de Ciências.

## ABSTRACT

Different authors have recognized the importance of teacher training courses seek to assist them in developing their professional knowledge. For this to occur it is necessary to understand what are these knowledge and academic-professional training of teachers can contribute to the development of them. This led us to propose a model that features and discusses the Professional Knowledge of Science Teachers in Training (PKSTT). In this model, the articulation theory-practice is a guiding axis of teacher education, which has the potential to encourage the development, integration and transformation of the PKSTT. The model allowed us to place the knowledge of analogies and about using analogies as a constituent element of that knowledge. That justifies our interest in investigating how the professional knowledge of two future teachers of chemistry about analogies and about the use of analogies in teaching may have been influenced by the formative process experienced in the discipline Practices of Teaching of Chemistry I, presented in the course of chemistry teacher education from the Federal University of Ouro Preto. From the data, we developed a case study, from which we aim to identify the knowledge about analogies and about the use of analogies in science education expressed in planning, in lectures and in future teachers's interviews, as well as the influence of the process of formation in the manifestation of the same. The analysis of the results showed that, generally, throughout the process the future teachers showed progress in their conceptions of analogies, highlighting various epistemological functions that they may take. These advances in conceptions of analogies seem to have occurred mainly due to the influence of the analogical modelling in the process of formation experienced. The knowledge about the use of analogies in education have also undergone significant changes, as future teachers parted from a design in which the analogy should be fully presented and interpreted by future teachers, for a design in which students should participate actively in the entire process of discussion of analogy. This change seems to have been influenced by different formative stages: analogical modelling; experienced education contexts; and reflection on them. These different influences appear to have contributed to that, at the end of the process, we could identify coherent knowledge, based on those identified by the literature of the area. For the promotion of that knowledge, the articulation theory-practice proved to be central in our study, enabling the manifestation of various elements of knowledge about analogies and about the use of analogies in learning, as well as the consideration of these knowledge. The discussions set out in this research imply recognizing the (future) teachers like transformers and your training knowledge grounded in logic professional. In that sense, if we are concerned that the use of analogies in teaching must be different from mere knowledge transmission/reception, we must outline formative processes in which the future teachers experience practical situations and reflect on *how* use them appropriately in teaching. Due to the prominent role of the analogical modelling in the formative process, we emphasize the need for further research to be carried out, in order to understand more deeply how this process can promote the development of knowledge about analogies and about the creative use of analogies in teaching.

**Keywords:** Professional knowledge of teachers in training; Analogies; Use of analogies in Science Education.

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 TRAJETÓRIA ACADÊMICA E MOTIVAÇÕES PESSOAIS.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO 2: PRESSUPOSTOS TEÓRICOS .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 SABERES DOCENTES E FORMAÇÃO ACADÊMICO-PROFISSIONAL DE PROFESSORES .....</b>	<b>19</b>
2.1.1 Discutindo os saberes docentes.....	19
2.1.2 Paradigmas que orientam a formação de professores.....	25
2.1.3 Discutindo os Conhecimentos Profissionais dos Professores .....	32
2.1.4 Modelo de Conhecimentos Profissionais de Professores de Ciências em Formação (CPPF).....	44
<b>2.2 ANALOGIAS E MODELAGEM ANALÓGICA.....</b>	<b>60</b>
2.2.1 Distinções entre os tipos de comparações e outros recursos didáticos .....	62
2.2.2 Analogias e Raciocínio Analógico na Ciência .....	64
2.2.3 Analogias e Modelagem Analógica no Ensino de Ciências.....	68
<b>CAPÍTULO 3: METODOLOGIA.....</b>	<b>82</b>
<b>3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA.....</b>	<b>82</b>
<b>3.2 CONTEXTO DA PESQUISA .....</b>	<b>83</b>
<b>3.3 SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....</b>	<b>85</b>
<b>3.4 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS.....</b>	<b>86</b>
3.4.1 Planejamento 1.....	88
3.4.2 Aula 1 .....	89
3.4.3 Entrevistas 1 e 2.....	89
3.4.4 Planejamento 2.....	90
3.4.5 Aula 2 .....	91
3.4.6 Entrevistas 3 e 4.....	92
<b>3.5 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS .....</b>	<b>92</b>
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS E ANÁLISE.....</b>	<b>94</b>
<b>4.1 PLANEJAMENTO 1.....</b>	<b>94</b>

<b>4.2 AULA 1.....</b>	<b>103</b>
<b>4.3 ENTREVISTA 1: REFLEXÕES SOBRE O PLANEJAMENTO E A AULA 1.....</b>	<b>113</b>
<b>4.4 ENTREVISTA 2: REFLEXÕES SOBRE A AULA 1.....</b>	<b>115</b>
<b>4.5 PLANEJAMENTO 2.....</b>	<b>121</b>
<b>4.6 AULA 2: .....</b>	<b>131</b>
<b>4.7 ENTREVISTA 3: REFLEXÕES SOBRE O PLANEJAMENTO E A AULA 2.....</b>	<b>146</b>
<b>4.8 ENTREVISTA 4: REFLEXÕES SOBRE A MODELAGEM ANALÓGICA E A AULA 2.....</b>	<b>149</b>
<b>4.9 SÍNTESE DA ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>156</b>
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES.....</b>	<b>167</b>
<b>5.1 CONCLUSÕES.....</b>	<b>167</b>
5.1.1 Caracterização dos conhecimentos profissionais de professores de Ciências em formação em termos dos principais elementos que os constituem e de sua abordagem na formação acadêmico-profissional .....	167
5.1.2 Elementos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino manifestados pelas futuras professoras em seus planos de aula, nas aulas ministradas e nas reflexões .....	169
5.1.3 Possíveis influências do processo formativo nos conhecimentos das futuras professoras sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino.....	174
<b>5.2 IMPLICAÇÕES .....</b>	<b>177</b>
5.2.1 Implicações para a Formação de Professores .....	177
5.2.2 Implicações para a Pesquisa sobre Formação de Professores de Ciências e sobre Analogias.....	178
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>182</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>194</b>
Anexo 1 – Matriz Curricular do curso de Química Licenciatura .....	194
Anexo 2 – Estrutura geral da disciplina Práticas de Ensino de Química I.....	196
Anexo 3 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido destinado aos futuros professores.....	203
Anexo 4 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido direcionado à chefia do Departamento de Química.....	206

Anexo 5 – Planejamento 1 .....	209
Anexo 6 – Planejamento 2 .....	214
Anexo 7 – Protocolo de entrevista sobre modelagem analógica .....	220

## **CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO**

### **1.1 TRAJETÓRIA ACADÊMICA E MOTIVAÇÕES PESSOAIS**

Conhecer as motivações que inspiraram a realização de determinados estudos nos auxilia a compreender o olhar lançado pelo pesquisador aos dados, assim como as decisões tomadas por ele ao longo da pesquisa. Por isso, inicio este trabalho fornecendo uma breve descrição sobre minha trajetória acadêmica e sobre as minhas motivações para a realização deste estudo.

Quando tento buscar em minha memória quando me decidi que seria professora, não consigo saber ao certo em qual momento isso ocorreu. Acho que sempre acreditei que “minha vocação” era ser professora. Afinal, eu sempre tive o hábito de estudar e me dispunha a explicar assuntos de diferentes matérias àqueles colegas que ainda não os tinham compreendido. Para mim, a docência sempre foi algo fascinante talvez e sobretudo, pela sensação gratificante que é poder auxiliar alguém no processo de conhecer algo.

À medida que o tempo foi passando eu tinha cada vez mais certeza de que queria ser professora. Poucas foram as vezes em que fiquei indecisa com relação a qual profissão seguir. Mesmo nas poucas vezes em que cheguei a cogitar a possibilidade de ingressar em outros cursos, eles eram vistos como uma oportunidade de me habilitar para lecionar em cursos técnicos ou universidades. Contudo, ainda havia uma incógnita: “professora de quê? Até que, quando tentava ingressar em uma faculdade, me deparei com o curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e optei pelo mesmo porque, entre as opções de curso disponíveis naquela universidade, este era o que mais me interessava. Ingressei em 2011 pelo Sistema de Seleção Unificada (SISU), utilizando a nota do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Ao ingressar no curso de Química descobri o quão fascinante é essa ciência. Aos poucos também pude compreender os desafios envolvidos tanto no ensino quanto na aprendizagem da mesma. Algo marcante nesta etapa, foi a descoberta de que ser professor vai muito além de ter o dom de ensinar ou ter vocação para isso. Descobri que ser professor exige muito mais do que simplesmente compreender o conteúdo e transmiti-lo a alguém. Confesso que, inicialmente, essas descobertas me deixaram um pouco insegura, mas, ao mesmo tempo, na medida em que fui avançando no curso e

descobrir a complexidade dessa profissão, a vontade de ser professora se tornava cada vez mais real.

Nesse processo, minha participação no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID<sup>1</sup>, do qual fiz parte durante a maior parte do curso foi muito importante. Posteriormente, quando comecei a cursar as disciplinas Práticas de Ensino de Química e Estágio Supervisionado, tive conhecimento sobre muitas práticas pedagógicas que poderiam ser utilizadas no ensino de Química, as quais eu não conhecia até então. Entre estas, destaco o uso de analogias no ensino. Ao estudar sobre analogias naquelas disciplinas pude compreender alguns dos importantes papéis das mesmas no ensino, por exemplo, o de facilitar a compreensão de conceitos pelos estudantes. Tal papel me parecia extremamente relevante no ensino de uma ciência tão complexa e abstrata como a Química.

Para além disso, as Práticas de Ensino de Química e os Estágios Supervisionados me auxiliaram a compreender os processos de ensino e aprendizagem como algo bem mais complexo do que aquela concepção simplória de explicar conhecimentos dominados a outros que ainda não os dominam, mencionada anteriormente.

Outra contribuição para a reafirmação de que eu seria uma professora de química veio da pesquisa. Como bolsista de Iniciação Científica, passei a integrar o Projeto de Pesquisa *Raciocínio Analógico e Modelagem no Ensino de Química*, coordenado pela professora Nilmara Braga Mozzer (orientadora dessa dissertação). A partir de então, tive acesso a discussões e reflexões mais aprofundadas sobre as analogias e seu uso no ensino. Nesse contexto, tornou-se evidente para mim a necessidade de que professores dessa área dominem o significado de analogias e reconheçam os principais motivos pelos quais elas são elaboradas e usadas no ensino.

A partir de então, desenvolvi meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) sob orientação da professora Nilmara, no qual investigamos as concepções de futuros professores de química sobre analogias (Oliveira, 2015). Ficou evidente em nosso trabalho que a vivência de discussões exclusivamente teóricas sobre analogias durante a formação não era suficiente para garantir uma adequada concepção sobre estes recursos e sobre seu uso no ensino.

---

<sup>1</sup> Neste programa, os futuros professores são inseridos em escolas da rede pública de ensino nas quais podem desenvolver atividades que aperfeiçoem seu desenvolvimento profissional como a observação do espaço escolar e o acompanhamento, planejamento e desenvolvimento de aulas nestas escolas.

Essas evidências oriundas do TCC motivaram-nos a pensar em um processo formativo no qual os futuros professores pudessem passar não só por discussões teóricas, mas também avaliar analogias em materiais instrucionais, elaborar, criticar e revisar suas próprias analogias destinadas ao ensino. Tal processo é investigado nesta pesquisa.

Após concluir o curso, quando tive a oportunidade de lecionar na Educação Básica, pude refletir sobre a influência dos processos formativos vivenciados em minhas ações enquanto professora de Química. Ao realizar tal reflexão, percebi que muitas das minhas crenças sobre o significado de ser professora e sobre atuar como professora já não eram mais as mesmas daquelas que eu apresentava quando ingressei no curso. Todos esses aspectos me fizeram refletir sobre a importância da formação acadêmico-profissional de professores para o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais e da identidade do professor. Esses foram os pontos de partida de meu interesse em investigar a formação de professores.

Expostas as minhas motivações pessoais e acadêmicas para a realização deste estudo, passamos ao nosso objeto de estudo e à justificativa de sua relevância diante das questões que vem sendo discutidas na literatura sobre formação de professores de Ciências<sup>2</sup> e sobre analogias.

## **1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA**

Este estudo foi conduzido no contexto da disciplina Práticas de Ensino de Química I, ministrada no curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto. Esta disciplina é ofertada no quinto período do curso em paralelo ao Estágio Supervisionado I (ver anexo 1). Nela, os futuros professores têm acesso a aspectos importantes envolvidos no ensino de Química (ver anexo 2), dentre os quais destacamos as discussões sobre analogias, nosso foco de estudo neste trabalho. Nessa disciplina, os futuros professores participam de discussões teóricas e têm a oportunidade de (re)significar os conhecimentos a partir do planejamento e desenvolvimento de aulas destinadas a Educação Básica.

---

<sup>2</sup> Usaremos a palavra Ciências com letra maiúscula e plural para nos referirmos às disciplinas escolares Química, Física e Biologia, genericamente chamadas de Ciências da Natureza. E a palavra ciência, com letra minúscula e singular, para nos referirmos ao conhecimento científico mais amplo.

Nosso objetivo principal é investigar como os conhecimentos profissionais de futuras professoras de Química sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino podem ter sido influenciados pelo processo formativo vivenciado na disciplina Práticas de Ensino de Química I. Nosso interesse em estudar essa problemática decorre do fato de que as analogias compõem parte dos conhecimentos profissionais dos futuros professores de Ciências. Por isso, é necessário que elas sejam abordadas adequadamente ao longo da formação, de forma a propiciar aos futuros professores conhecimentos efetivos sobre estes recursos e sobre como utilizá-los no ensino.

Entre as razões que justificam a condução dessa pesquisa destacamos a necessidade de que os cursos de formação tenham como premissa desenvolver os conhecimentos profissionais dos futuros professores. Tal necessidade justifica-se, sobretudo, pelo fato de que a docência, assim como as demais profissões, exige um conjunto de conhecimentos de responsabilidade coletiva que caracterizem essa profissão como tal (SHULMAN, 1986). Tais conhecimentos devem se apoiar nos saberes que são de fato utilizados pelos professores no exercício da docência, o que requer a imersão dos futuros professores em seu próprio ambiente de trabalho (TARDIF, 2002; ALMEIDA; BIAJONE, 2007).

Sob essa ótica, a formação de professores deve ocorrer com características próprias que permitam o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais e da identidade profissional docente. Entretanto, no contexto brasileiro, os cursos de licenciatura são, muitas vezes, relegados a um segundo plano ou, até mesmo, considerados como apêndices dos cursos de bacharelado. Como consequência, não se tem clareza sobre as diferenças entre estes cursos, nem tampouco, sobre qual o tipo de profissional que eles pretendem formar (DINIZ-PEREIRA, 2016).

No que concerne à formação de professores de Química, em específico, existe pouca compreensão por parte das instituições formadoras sobre como devem ser abordadas as disciplinas direcionadas ao exercício da docência, sobre o que é ser professor de Química para a Educação Básica e sobre a diferença entre este curso e o curso de bacharelado (FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012b). Dessa forma, os futuros professores muitas vezes concluem sua formação acadêmico-profissional sem terem problematizado o conhecimento específico em que vão atuar, assim como o ensino desse conhecimento na escola (MALDANER, 2006a).

Esses aspectos retratam a falta de clareza sobre quais são os conhecimentos profissionais necessários à prática docente e sobre como eles podem ser abordados

durante a formação acadêmico-profissional. Diante desta falta de clareza, nesse estudo nos questionamos primeiramente: *como os conhecimentos profissionais de professores de Ciências em formação podem ser caracterizados em termos dos principais elementos que os constituem e de sua abordagem na formação acadêmico-profissional?* Esta questão será respondida neste trabalho de maneira teórica a partir da proposição de um modelo que caracteriza e discute os conhecimentos profissionais de professores de Ciências em formação (seção 2.2.4).

Dentre os conhecimentos profissionais de (futuros)<sup>3</sup> professores destacamos a necessidade de que eles possuam um bom conhecimento sobre estratégias instrucionais para que possam interagir efetivamente com os estudantes e potencializar a aprendizagem dos mesmos. Entre tais estratégias, encontram-se as analogias. As Ciências da Natureza— especialmente a Química – lidam com ideias e conceitos abstratos e de difícil compreensão para os estudantes. Nesse sentido, as analogias têm sido apontadas - dentre outras potencialidades discutidas em mais detalhes na seção 2.2.3.1 - como recursos úteis em tornar estes conceitos conhecidos aos estudantes (JUSTI; GILBERT, 2006; WILBERS; DUIT, 2006; CLEMENT, 2008b; GLYNN, 2008). Isto ocorre porque elas possibilitam o estabelecimento de relações de similaridade entre um domínio familiar denominado análogo e outro desconhecido ou pouco familiar denominado alvo (GENTNER, 1983). Isso justifica a importância de (futuros) professores de Ciências conhecerem sobre analogias e sobre seu uso no ensino.

Apesar dessa relevância, professores e futuros professores enfrentam grandes dificuldades com relação ao uso das analogias no ensino (TREAGUST *et al.*, 1992; OLIVA; ARAGÓN *et al.*, 2001; MOZZER, 2013; MOZZER; JUSTI, 2015; OLIVEIRA; MOZZER, 2017). Acreditamos que muitas dessas dificuldades podem estar associadas à falta de discussões sobre o uso desses recursos durante a formação dos professores. Isso porque, como discutido por Nottis e Mcfarland (2001) os cursos de formação de professores não têm fornecido suporte suficiente com relação a estes recursos didáticos. Além disso, grande parte destes cursos de formação se limita a discutir apenas aspectos teóricos sobre estes recursos o que parece não ser suficiente para garantir o uso adequado das mesmas no ensino (OLIVEIRA; MOZZER, 2017).

Por isso, propusemos um processo formativo mais amplo sobre analogias que visa não só o desenvolvimento de conhecimentos teóricos, mas também a elaboração,

---

<sup>3</sup> Utilizaremos o termo (futuro) professor com a palavra “futuro” entre parênteses quando as considerações expressas para os futuros professores puderem ser estendidas aos professores em atuação.

análise crítica e reformulação de analogias destinadas ao ensino de Ciências pelos futuros professores. A partir da investigação desse processo formativo buscamos responder a seguinte questão de pesquisa: *quais elementos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino as futuras professoras manifestaram em seus planos de aula, nas aulas ministradas e nas reflexões?*

Interessadas em compreender não só quais são os conhecimentos expressos pelas futuras professoras, mas também a influência do processo formativo vivenciado na manifestação desses conhecimentos, procuramos responder também a seguinte questão: *como o processo formativo vivenciado pelas futuras professoras na disciplina Práticas de Ensino de Química I pode ter influenciado esses conhecimentos?*

Diante das questões de pesquisa apresentadas, temos a expectativa de que este estudo tenha o potencial não só de enriquecer a formação dos futuros professores, mas também de contribuir para o desenvolvimento de pesquisas adicionais sobre formação de professores de Ciências e sobre analogias.

### **1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Neste capítulo introdutório procuramos situar o leitor com relação às motivações para a realização dessa pesquisa em termos pessoais e acadêmicos.

No capítulo 2, apresentamos os pressupostos teóricos que embasaram este trabalho no que se refere à formação de professores e às analogias. De uma maneira geral, buscamos fornecer um panorama dos principais aspectos discutidos sobre essas temáticas nas pesquisas da área e discutir, de maneira mais profunda, os aspectos centrais de acordo com nosso objeto de estudo. Apresentamos também o Modelo de Conhecimentos Profissionais de Professores de Ciências em Formação, proposto em resposta à primeira questão de pesquisa. Este modelo explicita não só conhecimentos essenciais que devem ser desenvolvidos ao longo da formação, mas também como a formação acadêmico-profissional pode contribuir para o desenvolvimento dos mesmos. Com base nesse modelo, situamos o conhecimento sobre analogias e sobre o uso de analogias como um elemento constituinte dos conhecimentos profissionais de futuros professores de Ciências.

No capítulo 3, apresentamos a metodologia utilizada para responder às demais questões de pesquisa propostas. Inicialmente, justificamos a abordagem metodológica qualitativa adotada e nossa opção pela elaboração de um estudo de caso. Com base nesses pressupostos, durante a coleta de dados, realizamos observação participante e

utilizamos uma variedade de instrumentos de coleta de dados: documentos, filmagens das aulas e entrevistas. No estudo de caso buscamos identificar os conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino de Ciências expressos nos planejamentos, nas aulas ministradas e nas entrevistas realizadas com duas futuras professoras de Química da Universidade Federal de Ouro Preto, assim como a influência do processo formativo na manifestação dos mesmos.

No capítulo 4, apresentamos os resultados da pesquisa, os quais foram apresentados de forma descritiva, visando a melhor compreensão do leitor sobre o contexto pesquisado. Simultaneamente, realizamos a análise dos mesmos com base nas evidências que nos foram fornecidas, buscando respaldo nos pressupostos teóricos discutidos no capítulo 2.

Finalmente, no capítulo 5, apresentamos as conclusões estabelecidas a partir deste estudo, assim como as implicações decorrentes do mesmo para o ensino e para a pesquisa sobre formação de professores de Ciências e sobre analogias.

## **CAPÍTULO 2: PRESSUPOSTOS TEÓRICOS**

### **2.1 SABERES DOCENTES E FORMAÇÃO ACADÊMICO-PROFISSIONAL DE PROFESSORES**

O significado do que é ser professor está profundamente enraizado na vivência cultural de cada pessoa (BAILLAUQUÈS, 2001; TARDIF, 2002; MALDANER, 2006a). Uma concepção bastante comum é a de que, para ser professor, é necessário ter vocação, bastando para isso compreender bem o conteúdo e se fazer compreendido pelos estudantes. Contudo, essa concepção do senso comum está distante do que se espera de um profissional encarregado da inserção cultural dos indivíduos na sociedade (MALDANER, 2006a).

Ao longo desta seção pretendemos evidenciar a complexidade da prática docente a partir da discussão sobre os saberes necessários para a atuação do professor e sobre os conhecimentos que caracterizam esse profissional como tal. As pesquisas sobre essa temática têm sido desenvolvidas com características próprias, mas em consonância com uma tendência internacional de pesquisas sobre o ensino e sobre a profissão docente (NUNES, 2001).

#### **2.1.1 Discutindo os saberes docentes**

A partir da década de 1980, tornaram-se frequentes as discussões sobre os saberes docentes, devido ao movimento de reforma nos cursos de formação de professores vigente nos Estados Unidos e no Canadá naquela época (ALMEIDA; BIAJONE, 2007; DINIZ-PEREIRA, 2011c). A profissionalização do ensino foi um tema recorrente durante essas reformas, na tentativa de tornar o ensino uma profissão mais respeitada, mais responsável, mais gratificante e melhor remunerada (SHULMAN, 1987).

O movimento de profissionalização do ensino buscava (e ainda busca), principalmente: conceber o ensino como uma atividade profissional apoiada em um sólido repertório de conhecimentos (*knowledge base* ou base de conhecimentos); entender a prática profissional como um lugar de formação e de produção de saberes pelos professores; e promover uma maior articulação entre as instituições universitárias de formação e as escolas da educação básica (DINIZ-PEREIRA, 2011c).

Com base nesses pressupostos, o processo de profissionalização do ensino implica em favorecer a legitimidade da profissão e romper com a concepção de que a

docência é ligada a um saber/fazer vocacionado (ALMEIDA; BIAJONE, 2007). Os esforços empreendidos desde aquela época para construir um repertório de conhecimentos específico ao ensino vão nessa direção. Dessa forma, o ensino deixaria de ser um simples ofício para se tornar uma verdadeira profissão (TARDIF, 2000; 2002).

Diante desses enfoques, o movimento de profissionalização do ensino proporcionou uma mudança de rumo nos estudos relacionados à formação de professores e à profissão docente, uma vez que eles passaram a reconhecer e considerar os saberes construídos pelos professores a partir de sua própria prática (NUNES, 2001).

Entre os autores que têm contribuído com a discussão sobre conhecimentos dos professores, destacamos Lee S. Shulman. Shulman (1986) considera que as propostas de formação devem valorizar aquilo que ele denominou dupla tarefa de ensino, isto é, devem basear-se não só na aquisição de conhecimentos, mas também na gestão das interações no contexto escolar. Em meio às discussões sobre a profissionalização do ensino e à convicção de que existe uma base de conhecimentos na qual os professores devem se apoiar para exercer sua profissão, Shulman e seus colaboradores dedicam-se a investigar os conhecimentos e as ações dos professores.

Embora o foco principal das discussões iniciais de Shulman (1987) estivesse sobre os conhecimentos dos professores, ele reconhece a pluralidade dos saberes dos mesmos ao explicar que existem ao menos quatro fontes principais que contribuem para a constituição de uma base de conhecimentos para o ensino, a saber: formação acadêmica na disciplina em que o professor leciona; os materiais e o contexto do processo educativo institucionalizado (por exemplo, os currículos, os livros didáticos, a organização escolar e a estrutura da profissão docente); a investigação em educação, as organizações sociais, a aprendizagem humana e os demais fenômenos que influenciam o fazer dos professores; a prática docente.

Shulman (1987) destaca que a sabedoria inerente à prática docente é essencial para a compreensão dos conhecimentos mobilizados pelos professores. Nesse sentido, ele ressalta a necessidade do trabalho conjunto entre pesquisadores e educadores para que se compreenda as máximas que guiam a atuação de professores competentes. Para este autor, as máximas

“são ideias que nunca foram confirmadas por pesquisa e seriam, em princípio, difíceis de demonstrar. No entanto, essas máximas representam a sabedoria acumulada da prática e, em muitos casos, são

guias tão importantes para a prática como a teoria ou princípios empíricos” (SHULMAN, 1986, p. 11).

Em consonância com as ideias de Shulman, Gauthier *et al.* (1998) destacam a importância de um repertório de conhecimentos para o ensino, o qual deve ser construído a partir da análise da prática dos professores. De acordo com estes autores, tal repertório poderia nos auxiliar a enfrentar dois obstáculos que permeiam a pedagogia: o *ofício sem saberes* e os *saberes sem ofício*.

O primeiro deles está relacionado à falta de sistematização dos saberes inerentes à própria prática docente. Os autores explicam que ainda se sabe muito pouco sobre o ensino e que convivemos com certas concepções que contribuem para manter a ideia de um *ofício sem saberes*. Já os *saberes sem ofício* têm sua origem nas ciências da educação e, muitos deles, foram produzidos sem considerar as condições reais da prática docente. Segundo Gauthier *et al.* (1998), este obstáculo representa um movimento contrário ao que tem sido feito pela profissionalização do ensino.

Considerando a necessidade de superar esses dois obstáculos, Gauthier *et al.* (1998) propõe a ideia de um *ofício feito de saberes*. Esta categoria abrange vários saberes que são mobilizados pelo professor em sua prática e que são utilizados para responder às exigências das situações concretas de ensino. São eles: *disciplinar*, referente ao conhecimento do conteúdo a ser ensinado; *curricular*, relativo à transformação da disciplina em programa de ensino; da *experiência*, referente aos julgamentos privados responsáveis pela elaboração, ao longo do tempo, de uma jurisprudência particular; da *ação pedagógica*, referente ao saber experiencial tornado público e testado; das *ciências da educação*, relacionado ao saber profissional específico (por exemplo: conhecimentos sobre a escola e sobre a própria profissão), que é produzido nos centros acadêmicos e não está diretamente relacionado com a ação pedagógica; da *tradição pedagógica*, relacionado ao saber de dar aulas que será adaptado e modificado pelo saber experiencial, podendo ser validado ou não pelo saber da ação pedagógica.

Outro autor que tem contribuído para as discussões sobre saberes docentes, cujas obras têm sido amplamente difundidas no Brasil é Maurice Tardif. Tardif (2000) argumenta que a epistemologia da prática profissional se encontra no cerne do movimento de profissionalização. Esta é compreendida pelo autor como o estudo do conjunto dos saberes que são realmente utilizados pelos profissionais em seu espaço de trabalho para desempenhar as suas tarefas. Tardif atribui à noção de saber um sentido

amplo, que engloba conhecimentos, competências, habilidades e atitudes mobilizadas pelos professores no seu cotidiano.

A finalidade de uma epistemologia da prática profissional é explicitar esses saberes e compreender como eles são integrados nas tarefas dos professores e como estes os mobilizam em função dos limites e recursos inerentes às suas atividades profissionais. A epistemologia da prática profissional também tem como objetivo compreender a natureza desses saberes, assim como o papel que eles desempenham no trabalho docente e na construção da identidade profissional dos professores (TARDIF, 2000; 2002).

Dessa forma, direcionado a compreender a epistemologia da prática profissional dos professores, Tardif (2002) argumenta que estes não são simples transmissores de conhecimentos já constituídos. Ao contrário, eles possuem saberes específicos que são mobilizados, utilizados e produzidos no âmbito de suas tarefas cotidianas. O autor explica que a prática docente integra vários saberes e que os professores mantêm diferentes relações com eles. Assim, para ele, o saber docente é “[...] *plural, formado pela amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais*” (p. 36).

Os saberes da formação profissional são compreendidos como o conjunto de saberes transmitidos pelas instituições de formação de professores, tendo como base as ciências da educação e a ideologia pedagógica (por exemplo, conhecimentos pedagógicos relacionados às técnicas e métodos de ensino); os saberes disciplinares, correspondem aos diversos campos do conhecimento (por exemplo, linguagem, matemática, química etc.), isto é, aos saberes de que dispõe a nossa sociedade, os quais são selecionados pela instituição universitária; os saberes curriculares são aqueles que se apresentam concretamente sob a forma de programas escolares (objetivos, conteúdos e metodologias) que o professor deve aprender a aplicar; e por fim, os saberes experienciais, surgem da experiência e são por ela validados.

Além de *plurais*, os saberes profissionais dos professores são *temporais*, uma vez que, as crenças dos professores sobre o ensino provêm de sua própria história de vida, principalmente, de sua história de vida escolar. Isso ocorre porque os professores foram mergulhados em seu espaço de trabalho, enquanto estudantes, durante aproximadamente dezesseis anos antes de começarem a trabalhar. Essa imersão proporciona uma bagagem de conhecimentos, crenças, representações e certezas sobre a prática docente (TARDIF, 2002).

Dessa forma, a concepção sobre o que é ser professor é elaborada a partir de discursos sociais e de posições culturais. Neste sentido, a experiência com um determinado professor, por exemplo, pode influenciar as representações do sujeito sobre o significado da docência (BAILLAUQUÈS, 2001). Quando começam a trabalhar como professores são principalmente a essas crenças que eles recorrem para solucionar seus problemas profissionais (TARDIF, 2002). Assim, a princípio, as ideias do professor relativas à atuação docente orientarão sua tomada de decisão sobre o que ensinar e suas atitudes dentro de sala de aula (BAILLAUQUÈS, 2001).

Os saberes profissionais dos professores são temporais também no sentido de que os primeiros anos de experiência docente são decisivos na estruturação da prática profissional. Grande parte dos professores aprende a trabalhar na prática a partir da construção de um saber experiencial, que se transforma em certezas profissionais. Assim, a carreira docente é um processo de socialização, isto é, um processo de identificação e de incorporação dos indivíduos às práticas e rotinas da instituição (TARDIF, 2002).

De acordo com Tardif (2002), os saberes profissionais dos professores também são *personalizados e situados*, uma vez que é na ação docente que eles assumem seu significado e sua utilidade. Nesse sentido, eles não devem ser dissociados das pessoas, de suas experiências e situações de trabalho, nem tampouco reduzidos ao estudo da cognição ou do pensamento dos professores. Por fim, Tardif (2002) considera que os saberes docentes carregam as marcas do seu objeto, o ser humano. Isso porque, mesmo que pertençam a grupos, os seres humanos existem primeiro como indivíduos. Assim, embora os professores trabalhem com grupos de estudantes, eles devem alcançar cada indivíduo que os compõem. Além disso, por ter como objeto o ser humano, o saber profissional do professor comporta sempre componentes éticos e emocionais.

Com base nessas ideias, o autor argumenta que a construção de uma base de conhecimentos para o ensino requer que a pesquisa se apoie nos saberes mobilizados e utilizados pelos professores em todas as suas tarefas para compor um repertório de conhecimentos para os cursos de formação. Para isso, os saberes profissionais não devem ser confundidos com os conhecimentos disciplinares abordados no âmbito da formação universitária, pois há uma relação de distância entre eles. Afinal, o conhecimento da matéria ensinada e o conhecimento pedagógico são conhecimentos importantes, mas estão longe de abranger todos os saberes dos professores (TARDIF, 2000; 2002).

Pimenta (2012) destaca a importância dos *saberes da experiência* na construção da identidade profissional do professor. Para esta autora, os saberes da experiência são provenientes das experiências de ensino vivenciadas pelos indivíduos enquanto estudantes e da prática, a partir da reflexão coletiva com os colegas. Além dos saberes da experiência, Pimenta (2012) destaca os *saberes do conhecimento*, isto é, os conhecimentos específicos da disciplina que o professor leciona e a função da escola na transmissão desses conhecimentos; e os *saberes pedagógicos*, que devem ser construídos, durante a formação acadêmico-profissional, a partir da leitura crítica sobre as necessidades pedagógicas reais.

O olhar de Pimenta (2012) para os saberes docentes aponta para considerações necessárias na formação acadêmico-profissional. Por exemplo, o fato de os futuros professores apresentarem certos saberes da experiência quando cursam a formação acadêmico-profissional, associados à perspectiva deles enquanto estudantes, aponta para a necessidade de os cursos de formação auxiliarem os futuros professores na tarefa de se assumirem como professores e de refletirem, na tentativa de compreender a escola e o ensino sob a perspectiva de um olhar profissionalizado. Outra necessidade é a de tornar a prática social de ensinar o ponto de partida (e de chegada) para a formação, pois é a partir dela e das reflexões sobre a mesma que os futuros professores poderão (re)significar seus saberes. Com base nesses pressupostos, Pimenta (2012) argumenta que o futuro professor não pode construir seu *saber-fazer* de outra forma que não seja o seu próprio *fazer*.

Como é possível notar, existe certa convergência nas ideias de Shulman, Gauthier, Tardif e Pimenta com relação ao papel central que a experiência docente desempenha no desenvolvimento dos saberes dos professores. Essa base comum pode ser ilustrada pelas ideias de Tardif (2002), que explica que os saberes provenientes da experiência docente parecem constituir o alicerce da prática e das competências profissionais, uma vez que ela é a condição para que os professores produzam seus próprios saberes.

Como consequência, Tardif (2000; 2002) defende que os saberes docentes sejam investigados no contexto real de trabalho dos professores, em situações concretas de ação e que a formação de professores ocorra segundo uma lógica profissional, centrada no estudo das tarefas e realidade do trabalho dos professores. Com respeito a esse último ponto, o autor afirma:

O que é preciso não é exatamente esvaziar a lógica disciplinar dos programas de formação para o ensino, mas pelo menos abrir um espaço maior para uma lógica de formação profissional que reconheça os estudantes como sujeitos do conhecimento e não simplesmente como espíritos virgens aos quais nos limitamos a fornecer conhecimentos disciplinares e informações procedimentais, sem realizar um trabalho profundo relativo às crenças e expectativas cognitivas, sociais e afetivas através das quais os futuros professores recebem e processam esses conhecimentos e informações (TARDIF, 2002, p. 242).

A formação acadêmico-profissional de professores, entretanto, nem sempre foi pensada sob essa ótica. Ao que tudo indica, ainda hoje existem países que, como no Brasil, o futuro professor às vezes completa sua formação sem nunca ter assumido de fato o papel de docente (DINIZ-PEREIRA, 2011a). Com o intuito de fomentar reflexões sobre a forma com que os cursos de formação de professores têm sido estruturados, na próxima seção traçamos um breve panorama sobre os paradigmas que orientaram a formação de professores nas últimas décadas e suas repercussões.

### **2.1.2 Paradigmas que orientam a formação de professores**

A partir da década de 1960, a Universidade passou a ser vista prioritariamente como um espaço de produção de conhecimento em decorrência do enfoque positivista que fundamentou as ciências humanas e sociais ao longo do século XX. Essa concepção epistemológica compreende teoria e prática como dimensões separadas, atribuindo superioridade à teoria em relação à prática. No que concerne à formação de professores, essa visão positivista fez com que a teoria tomasse parte significativa dos currículos e a prática fosse vista apenas como o lugar de aplicação dos conhecimentos teóricos (SILVA, 2011).

As reformas nos cursos de formação de professores a partir de 1980, mencionadas na seção anterior, têm sua origem nas críticas tecidas a esse paradigma de formação, conhecido como *racionalidade técnica*. Donald Schön foi um dos primeiros a criticar modelos de formação pautados na racionalidade técnica, responsabilizando-os pela crise de confiança profissional que se intensificou nas últimas décadas.

Para Schön (2000), nesses modelos de formação, a atividade profissional é tida como a simples aplicação de uma teoria científica ou uma técnica na resolução de problemas. Por isso, profissionais formados sob essa perspectiva tornam-se dependentes de técnicas e metodologias aprendidas durante a sua formação. Além disso, essa forma de pensar a formação profissional desconsidera que a prática é uma realidade complexa

e constituída por eventos inesperados exigindo, dessa forma, tomadas de decisões rápidas.

No que diz respeito à formação de professores, Tardif (2002) apresenta dois problemas epistemológicos relacionados ao modelo centrado na racionalidade técnica: em primeiro lugar, ele é idealizado de acordo com uma lógica disciplinar e não conforme uma lógica profissional centrada no estudo das tarefas e realidade do trabalho dos professores; em segundo lugar, esse modelo trata os futuros profissionais como espíritos virgens, desconsiderando suas crenças e representações anteriores a respeito do ensino, como evidenciado na citação anterior.

Para este autor, ao contrário dos pressupostos da racionalidade técnica, é preciso considerar os futuros professores enquanto sujeitos do próprio conhecimento, os quais mobilizam e desenvolvem saberes próprios a sua profissão em seu processo formativo. Nesse contexto, a escola não é apenas um espaço de aplicação dos conhecimentos aprendidos na formação, mas um local de mobilização de saberes (TARDIF, 2002). Isto implica em repensar a concepção tradicional da relação entre teoria e prática, a partir da qual o saber é proveniente apenas da teoria e a prática, isenta de saberes (TARDIF, 2002).

Para Tardif (2002), essa concepção tradicional da relação entre teoria e prática não é apenas redutora, mas também contrária à realidade. Isso porque, aquilo que chamamos de “teoria” só existe através de um sistema de práticas e de atores que as produzem e as assumem. Nessa mesma direção, Nóvoa (2009) afirma que as propostas teóricas só fazem sentido se forem construídas na profissão e apropriadas pelos professores a partir da reflexão sobre o seu próprio trabalho. Dessa forma, é a partir da leitura crítica da profissão que os professores buscam os referenciais para modificá-la (PIMENTA, 2012).

Nesse sentido, Gauthier *et al.* (1998) enfatizam que os saberes da ação pedagógica poderiam contribuir para o aperfeiçoamento da prática docente e da formação de professores, a partir da discussão de saberes oriundos da prática, opondo-se às abordagens que buscavam separar formação e prática cotidiana, as quais estavam no centro dos estudos até os anos de 1980 (NUNES, 2001).

Segundo Diniz-Pereira (2016), a separação entre teoria e prática foi um dos problemas que emergiu mais intensamente na discussão sobre a formação de professores, a partir da década de 1980, no Brasil. Como consequência dessa separação, os (futuros) professores podem ter dificuldade de refletir sobre o seu próprio saber/fazer

para transformá-lo de maneira contínua e progressiva (SOUZA, 2001).

A revelação de uma crise educacional brasileira e a reivindicação pela valorização do magistério também surgiram com alguma frequência na discussão sobre formação de professores naquele período (DINIZ-PEREIRA, 2016). Diniz-Pereira (2016) argumenta que, principalmente a partir da segunda metade da década de 1980, surgiram várias denúncias sobre o descaso com que as questões relacionadas ao ensino eram tratadas nas universidades brasileiras, especialmente se comparadas à atenção oferecida à pesquisa. A separação explícita entre essas duas atividades e a valorização da pesquisa em detrimento da valorização do ensino, trazia grandes prejuízos à formação de professores.

Para Diniz-Pereira (2011a), o rompimento com esse modelo de formação baseado na racionalidade técnica, apesar de não ser uma tarefa simples, é indispensável para a superação da crise nos cursos de formação de professores no país. Neste sentido, Schön (2000) propõe a superação da formação nos moldes de um currículo normativo e de caráter técnico-profissional, como concebido pela racionalidade técnica. O autor defende, dessa forma, um modelo de formação centrado no paradigma da *racionalidade prática*, a partir do qual os profissionais são compreendidos como sujeitos que não separam o *pensar do fazer* durante sua atuação.

Schön (2000) explica que os profissionais produzem um *conhecimento na ação* que é um saber tácito, utilizado de maneira intuitiva na ação docente. Esse conhecimento é enriquecido e questionado constantemente, a partir da *reflexão na ação* realizada pelo profissional. Dessa forma, ao contrário do que ocorre sob a perspectiva do paradigma da racionalidade técnica, no modelo reflexivo de formação de professores de Schön, o profissional é visto como elaborador de suas próprias teorias e entendimentos para casos específicos durante sua atuação.

O modelo reflexivo de formação de professores, decorrente dos pressupostos da racionalidade prática, envolve operações que podem ser sistematizadas a partir de quatro conceitos: conhecimento na ação, reflexão na ação, reflexão sobre a ação, reflexão para a ação (ALARCÃO, 1996a; SCHÖN, 1997).

Dessa forma, no contexto de formação de professores, *conhecimento na ação* é assumido como o conjunto de saberes interiorizados, adquiridos através da experiência e da atividade intelectual, mobilizados de forma inconsciente nas ações do professor. Arelada ao conhecimento na ação, encontra-se a *reflexão na ação*. Esta ocorre no decorrer da própria ação pedagógica, propiciando a reformulação constante da mesma,

na medida em que ela é realizada. Já a *reflexão sobre a ação* ocorre após a realização da ação pedagógica, quando o professor reconstrói mentalmente suas ações, de modo a analisá-la. Por último, a *reflexão para a ação* é desencadeada antes da realização da ação pedagógica, através da tomada de decisões durante o planejamento sobre quais ações serão desenvolvidas durante a prática instrucional (ALARCÃO, 1996a; SCHÖN, 1997).

As ideias de Schön contribuíram para que se produzisse a imagem de um professor mais ativo, crítico e autônomo (ALARCÃO, 1996b). Talvez, sobretudo por esse motivo, no Brasil, vários pesquisadores se dedicaram a resgatar os pressupostos do prático reflexivo numa tentativa de romper com o modelo de formação baseado na racionalidade técnica (BARREIRO; GEBRAN, 2006). Barreiro e Gebran (2006) explicam que a reflexão é atualmente um dos conceitos mais utilizados nas propostas de formação de professores. Contudo, a apropriação indiscriminada desse conceito pode configurar o risco de descaracterização da perspectiva reflexiva.

Nesse sentido, surgiram críticas de pesquisadores do mundo inteiro sobre o conceito do professor como profissional reflexivo inspirado nas ideias de Schön (1997; 2000). Entre as principais críticas, destaca-se que a reflexão não é apenas um processo psicológico individual, mas deve ser concebida como um elemento fundamental para a mudança do contexto institucional e social, a partir da análise e discussão coletiva da prática docente (ZEICHNER, 1993; PIMENTA; GHEDIN, 2002; ZEICHNER, 2008; DINIZ-PEREIRA, 2011b).

Zeichner (2008) apresenta várias críticas à forma como o conceito de professor reflexivo tem sido concebido. O autor considera que um dos usos mais comuns do conceito de reflexão tem significado ajudar os professores a refletir sobre seu ensino, tendo como principal objetivo reproduzir melhor um currículo ou um método de ensino considerado como mais efetivo. Assim, os professores não têm oportunidades para realizar julgamentos em relação ao uso dessas práticas.

O autor explica que, apesar de Schön criticar explicitamente o paradigma da racionalidade técnica, a forma com que se tem empregado o conceito de professor reflexivo parece conservar os pressupostos daquele paradigma. Isso porque, ainda acredita-se que a teoria é proveniente apenas das universidades e a prática das escolas. Isto resgata, de certa forma, a separação entre teoria e prática e ignora a concepção de que as teorias são sempre produzidas por meio de práticas e de que as práticas sempre refletem alguma filiação teórica (ZEICHNER, 2008).

Outro aspecto apontado por Zeichner (2008) como contribuinte para o insucesso da formação reflexiva é a ênfase das reflexões dos professores sobre o seu próprio ensino e sobre os estudantes, desconsiderando as condições sociais mais amplas. Para o autor, apesar de as preocupações principais dos professores estarem relacionadas às suas salas de aula e seus estudantes, não é aconselhado restringir a reflexão dos professores apenas a esses pontos. Nessa mesma direção, Barreiro e Gebran (2006) apontam que o conhecimento tácito mobilizado na ação docente não é, por si só, capaz de explicar questões que vão além da sala de aula.

Por fim, Zeichner (2008) critica a ênfase dada à reflexão dos professores sobre si mesmos e sobre seu trabalho em detrimento de conceberem a reflexão como uma prática social que acontece em comunidades de professores que se apoiam mutuamente e em que um sustenta o crescimento do outro. O autor destaca que isso seria importante, pois ajudaria os professores a elucidar e reforçar suas crenças. Com relação a este aspecto, Nóvoa (1992) explica que o diálogo entre os professores é fundamental para consolidar saberes inerentes à prática profissional, assim como para afirmar os valores próprios da profissão docente.

De acordo com Nóvoa (1992), organizar a formação de professores em torno dos indivíduos pode ser útil para a aquisição de conhecimentos e técnicas, mas favorece o isolamento e reforça a imagem dos professores como transmissores de um saber produzido fora da profissão. Por outro lado, as práticas de formação que se desenvolvem em dimensões coletivas contribuem para a emancipação profissional e para a consolidação da autonomia profissional.

Pimenta e Ghedin (2002) ressaltam a importante contribuição das ideias de Schön para a formação de professores, principalmente no que se refere à valorização da identidade profissional docente e à concepção do professor como autor da sua profissão, mas reconhecem a importância de que os estudos sejam ampliados, levando em consideração críticas como as mencionadas anteriormente.

Frente às críticas ao modelo reflexivo de formação decorrente da racionalidade prática, houve uma ampliação do conceito de reflexividade e de pesquisas relacionadas à formação de professores (BARREIRO; GEBRAN, 2006). Isto acarretou em uma nova maneira de compreender a formação de professores inspirada no paradigma da *racionalidade crítica*, a partir do qual a educação é concebida como uma atividade social e política, historicamente situada (DINIZ-PEREIRA, 2011b). A partir desse paradigma, considera-se que a subjetividade e as condições socioeconômicas de

professores e estudantes afetam os processos de ensino e de aprendizagem. Além disso, professores e estudantes são vistos como sujeitos questionadores do conhecimento e das condições que os rodeiam (FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012c).

Entre as contribuições deste novo paradigma para a formação de professores destacam-se: a reflexão crítica e coletiva dos professores sobre sua profissão e sua prática pedagógica (ZEICHNER, 1993; 2008); a pesquisa como estratégia de solução dos dilemas inerentes à prática docente, fundamentada em uma postura crítica que envolve dimensões políticas e sociais (MALDANER, 2006b; DINIZ-PEREIRA, 2011b); e a formação de professores regida por um processo de articulação entre teoria e prática (PIMENTA; GHEDIN, 2002; BARREIRO; GEBRAN, 2006).

Com relação a este último aspecto, contrapondo-se à visão de que a prática docente é isenta de teorias, acredita-se que a prática deve ser sustentada pela teoria num processo de ir e vir, que conduz ao processo de ação-reflexão-ação, o qual, por sua vez, pode possibilitar intervenções na realidade (PIMENTA; GHEDIN, 2002; BARREIRO; GEBRAN, 2006). Nesse sentido, a prática da reflexão tem contribuído para o esclarecimento e o aprofundamento da relação entre teoria e prática que consiste em um movimento contínuo no qual a teoria influencia a prática docente e oferece opções de transformá-la (PICONEZ, 2012).

Essa influência mútua entre teoria e prática possibilita a compreensão, por parte dos (futuros) professores, de que a prática docente envolve um movimento constante de observação, reflexão crítica e reorganização de suas ações. Esse movimento aproxima-os da postura de pesquisadores da própria ação docente, que buscam compreendê-la e extrair respostas que a reorientem (MALDANER, 2006b; KENSKI, 2012). Nesse sentido, Lüdke e Cruz (2005) consideram que a distância entre o trabalho do professor e o do pesquisador é minimizada quando o professor lança um novo olhar ao fenômeno, tentando compreendê-lo à luz de teorias.

Ao realizar uma investigação de sua própria prática, o professor elabora teorias pessoais acerca dessa prática. Estas são impregnadas de preconceitos e ideologias e, por isso, necessitam ser analisadas criticamente por meio de reflexões para que possam guiar a ação docente (SILVA, 2011).

Sob essa perspectiva, a articulação entre teoria e prática é um processo definidor da qualidade da formação do professor, porque lhe permite uma constante investigação e a busca de respostas aos fenômenos e às contradições vivenciadas em sua prática (BARREIRO; GEBRAN, 2006). Nesse sentido, Barreiro e Gebran (2006) afirmam que

a formação acadêmico-profissional deve pautar-se em concepções e práticas que levem à reflexão, no sentido de promover os saberes da experiência conjugados com a teoria. Isso porque, a construção de uma postura crítico-reflexiva pressupõe um exercício constante de utilização dos conhecimentos teóricos e práticos e de elaboração de novos saberes a partir da ação docente.

Entre os paradigmas discutidos nesta seção, os pressupostos decorrentes da racionalidade prática parecem ter influenciado a legislação que regulamenta a formação de professores no Brasil. Esta passou a ressaltar a importância de que a articulação entre teoria e prática esteja presente nos cursos de formação. Entre os documentos oficiais, destacamos o Parecer CNE/CP 28/2001 que aponta para a necessidade de se compreender de forma mais ampla essa relação entre teoria e prática ao longo da formação docente. Essa relação, expressa na ideia de “prática como componente curricular”, é explicitada no Parecer CNE/CP 9/2001.

Uma concepção de prática mais como componente curricular implica vê-la como uma dimensão do conhecimento, que tanto está presente nos cursos de formação nos momentos em que se trabalha na reflexão sobre a atividade profissional, como durante o estágio nos momentos em que se exercita a atividade profissional. (Parecer CNE/CP 9/2001, p. 22).

Às “práticas como componente curricular” é atribuído o papel da articulação entre teoria e prática, no sentido definido pelo Parecer CNE/CP 28/2001 de “*um movimento contínuo entre saber e fazer na busca de significados na gestão, administração e resolução de situações próprias do ambiente da educação escolar*” (p. 9). Essa definição está alinhada com o paradigma da racionalidade prática, segundo o qual a partir do movimento dialético entre saber e fazer o futuro professor atribui significados e transforma a realidade na qual está inserido. Como discutido, isso ocorre por meio da reflexão sobre a prática docente e sobre todos os fatores que a influenciam, na tentativa de compreendê-la e modificá-la com o suporte das teorias.

Como evidencia a citação anterior do Parecer CNE/CP 9/2001, embora o estágio supervisionado seja um dos eixos no qual a articulação entre teoria e prática se evidencia mais explicitamente, ele não constitui o único espaço em que essa articulação pode ocorrer. Ao contrário, a articulação entre teoria e prática constitui o núcleo integrador do currículo que permeia todas as disciplinas. Dessa forma, a prática desenvolvida coletivamente pelas diferentes disciplinas do curso pode favorecer a sistematização de novos conhecimentos e preparar o futuro professor para compreender,

de forma mais profunda, a prática docente e para refletir sobre as possibilidades de transformação da mesma (BARREIRO; GEBRAN, 2006; PICONEZ, 2012).

Com base nesses pressupostos, assumimos que a articulação entre teoria e prática e a reflexão dela decorrente são essenciais para promover uma formação de professores direcionada à realidade do trabalho docente. Como Zeichner (1993; 2008), acreditamos que a reflexão deve ir além de uma prática individual sobre o próprio ensino, considerando a necessidade de uma reflexão crítica e coletiva sobre todos os aspectos que envolvem e influenciam a prática docente.

Diante disso, parece plausível argumentar que a reflexão sustenta o desenvolvimento profissional do professor e, ao mesmo tempo, é sua consequência. É justamente por este motivo que a reflexão deve constituir “*o fundo, o final e o investimento de toda formação*” (BAILLAUQUÈS, 2001, p. 44). Formação essa que deve estar alicerçada em uma base de conhecimentos que leve em consideração os conhecimentos mobilizados pelos professores em sua atuação. Neste sentido, discutimos na próxima seção os conhecimentos profissionais dos professores, a fim de evidenciar sua importância para a prática docente.

### **2.1.3 Discutindo os Conhecimentos Profissionais dos Professores**

Para que a formação de professores possa cumprir o papel de preparar estes profissionais para a prática docente é necessário que ela seja alicerçada em um repertório de conhecimentos que possibilite o exercício da profissão. A partir do movimento de profissionalização do ensino passou-se a discutir um conjunto codificado de conhecimentos de responsabilidade coletiva que são diretamente necessários à prática do professor e que devem ser desenvolvidos durante a formação acadêmico-profissional (SHULMAN, 1986).

No decorrer desta seção discutimos as contribuições de Lee S. Shulman, um dos pioneiros em caracterizar a base de conhecimentos de professores. Fundamentados nas ideias de Shulman, vários pesquisadores, especialmente na área de Ensino de Ciências, propuseram modelos de conhecimentos de professores ampliando e sistematizando suas ideias. Alguns desses modelos também são apresentados e discutidos ao longo desta seção com o objetivo de traçar um panorama sobre as contribuições dos mesmos para a área, assim como para encaminhar as discussões que embasam este trabalho.

### ***2.1.3.1 A Base de Conhecimentos Profissionais do Professor proposta por Shulman e o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo***

De acordo com Shulman (1986), a essência dos programas de formação de professores nas reformas educacionais de 1980 consistia apenas em agrupar habilidades e conhecimentos disciplinares e pedagógicos necessários à atuação docente num determinado contexto de ensino. Esse autor evidencia uma escassez de pesquisas sobre como professores mobilizam suas ideias em aula, sobre o conteúdo das lições ensinadas e sobre as perguntas e explicações oferecidas aos estudantes. A ênfase das pesquisas que embasavam os programas de formação e certificação docente estava em como os professores: administravam suas classes; organizavam as atividades; alocavam tempos e turnos; estruturavam tarefas; planejavam lições e julgavam o entendimento geral dos estudantes.

Frente a esse quadro, Shulman (1986) chamou atenção para o que ele denominou *paradigma perdido*, isto é, a importância de que as pesquisas considerassem o conteúdo ensinado pelos professores em lugar de focarem apenas nas questões relacionadas ao manejo e gerenciamento das turmas. Isso porque, todo professor é professor de alguma disciplina e essa é uma das especificidades que está no centro da sua profissionalização (FERNANDEZ, 2015).

Com base nesses pressupostos, inicialmente, Shulman (1986) considerou que o professor deveria ter domínio do conteúdo específico da disciplina em três níveis: conhecimento do conteúdo em si, conhecimento curricular e conhecimento pedagógico de conteúdo. Posteriormente, Shulman (1987) caracterizou sete categorias de conhecimentos que, segundo ele, se desenvolvem lado a lado e constituem a base de conhecimentos do professor. São eles:

- *Conhecimento de Conteúdo*: envolve o conteúdo científico, propriamente dito, de um domínio ou disciplina. De acordo com Shulman (1986), o professor deve ser capaz de definir para os estudantes as verdades aceitáveis em um domínio, mas também de explicar por que uma proposição particular é considerada como necessária; por que um determinado conhecimento possui méritos; e como ele se relaciona com outras proposições, dentro e fora da disciplina, tanto na teoria quanto na prática.
- *Conhecimento Curricular*: inclui o domínio dos materiais e programas que atuam como "ferramentas para o trabalho" do professor. Shulman (1986) discute que o professor deve ter conhecimento de currículo em dois aspectos: currículo

horizontal - temas que estão sendo discutidos simultaneamente em outras disciplinas naquele ano; currículo vertical - temas que foram discutidos em anos anteriores e os que serão ministrados nos próximos anos na sua disciplina.

- *Conhecimento Pedagógico Geral*: envolve os princípios gerais de gerenciamento e organização de sala de aula que vão além do escopo da matéria. De acordo com Shulman (1986), este tipo de conhecimento era o foco de investigação no ensino durante a década de 1980.
- *Conhecimento sobre estudantes e suas características*: envolve, por exemplo, o conhecimento de concepções alternativas<sup>4</sup> e dificuldades de aprendizagem, motivação, entre outros fatores que afetam a aprendizagem dos estudantes.
- *Conhecimento de Contextos Educacionais*: relaciona-se ao funcionamento da classe, à gestão e ao financiamento das instituições escolares e ao caráter das comunidades e culturas.
- *Conhecimento de Objetivos Educacionais*: inclui as finalidades e valores educacionais e seus embasamentos filosóficos e históricos.
- *Conhecimento Pedagógico de Conteúdo: Pedagogical Content Knowledge (PCK)* refere-se aos aspectos necessários para o ensino de um determinado tema/tópico e abarca a compreensão sobre como determinados temas são organizados, representados e adaptados no ensino (SHULMAN, 1987).

A noção de PCK foi uma resposta a um conjunto de ideias predominantes que tratavam o ensino como um processo sem conteúdo, e os professores como atores sem mentes, emoções e carreiras (SHULMAN, 2015), como discutido anteriormente. Em contraposição a essas ideias, Shulman (1986; 1987) resgatou a importância de se considerar o conteúdo envolvido no ensino dos professores. Contudo, de acordo com esse autor, dominar apenas o conhecimento de conteúdo não é suficiente para um ensino de qualidade. O professor deve ser capaz de reformular/reestruturar esse conhecimento, de forma que ele se torne compreensível aos estudantes. Essa capacidade de ensinar algo para alguém está no cerne do trabalho do professor e estreitamente relacionada à ideia de PCK.

Assim, o construto PCK foi, antes de tudo, uma reivindicação política e ideológica visando à valorização do professor, em função do contexto descrito anteriormente:

---

<sup>4</sup> Conceito utilizado com significado diferente do científico comumente aceito para o mesmo termo (Nakhleh, 1992).

PCK é um atributo que os professores desenvolvem, e não pode ser encontrado entre especialistas na matéria ou entre aqueles que são "bons com crianças". Foi realmente uma reivindicação política sobre como professores são especiais e como eles devem ser considerados e respeitados. (SHULMAN, 2015, p. 11, tradução nossa).

PCK tem se destacado entre os conhecimentos caracterizados por Shulman (1987) como aquele que distingue o professor de uma determinada disciplina, de especialistas no conteúdo e pedagogos. A ideia de um conhecimento que caracteriza a profissão docente ganhou destaque em um cenário no qual se discutia amplamente sobre a importância da profissionalização do ensino ocasionando, dessa forma, discussões entre pesquisadores que se dedicam a estudar a Formação de Professores.

Shulman (1986) afirma que PCK vai além de um conhecimento de temas/tópicos de uma disciplina, relacionando-o a um conhecimento do tema *para o ensino*. O autor inclui nesse construto

(...) os temas mais regularmente ensinados em sua área, as formas mais úteis de representação dessas ideias, as mais poderosas analogias, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações - em outras palavras, as maneiras de representar e formular o tema de forma que seja compreensível aos outros. (...) também inclui o entendimento do que faz a aprendizagem de determinado tema fácil ou difícil, os conceitos e pré-concepções que estudantes de diferentes idades e origens trazem consigo para a aprendizagem daqueles temas mais frequentemente ensinados (SHULMAN, 1986, p. 9).

Shulman (2015) relata que os estudos realizados por ele e seus colaboradores chegaram a dois aspectos essenciais acerca do PCK: (i) PCK é domínio específico, porque depende do tema/tópico que está sendo ensinado, do conhecimento do professor sobre aquele tema e sobre as maneiras de abordá-lo; (ii) PCK é contextualizado, porque o professor ensina o tema para estudantes específicos em um contexto específico.

Estas características reforçam a ideia de que o PCK não deve ser interpretado como algo que os professores têm na cabeça, mas como uma *construção mais dinâmica que descreve os processos que professores empregam* quando confrontados com o desafio de ensinar um assunto específico para certos estudantes em contextos específicos (SHULMAN, 2015).

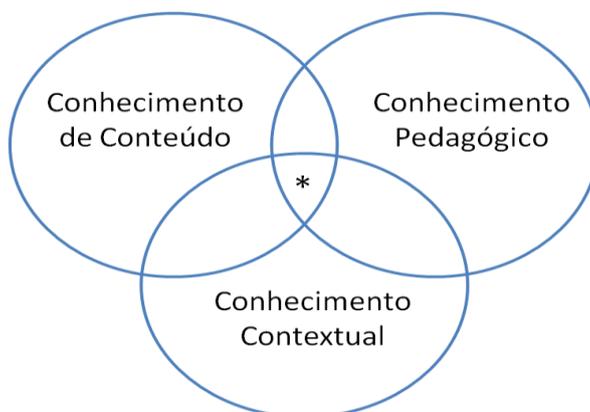
Na proposição original de Shulman (1986; 1987), PCK se desenvolve lado a lado com os outros conhecimentos da base. Entretanto, esse construto, às vezes, é discutido como um domínio à parte da base de conhecimentos. Isso porque a ampla repercussão de PCK no meio acadêmico ocasionou a elaboração de diferentes formas de definir e caracterizar esse construto, principalmente na literatura sobre o Ensino de

Ciências (por exemplo: CARLSEN, 1999; GESS-NEWSOME, 1999a; MAGNUSSON *et al.*, 1999; MORINE-DERSHIMER; KENT, 1999; PARK; OLIVER, 2008; GESS-NEWSOME, 2015b), como discutido a seguir.

### 2.1.3.2 Modelos de PCK no ensino de Ciências

Numa tentativa de caracterizar as diferentes concepções de PCK existentes na literatura do Ensino de Ciências, Gess-Newsome (1999a) sugere que existe um *continuum* de modelos de conhecimento do professor. Em um extremo, PCK não existe como um domínio e o conhecimento do professor pode ser mais facilmente explicado pela interseção entre os conhecimentos da base. Sob essa perspectiva, o ensino é o ato de integrar tais conhecimentos – *modelo integrativo* (Figura 1). No outro extremo, PCK é a síntese do conhecimento necessário para um ensino eficaz. Neste caso, PCK é entendido como a transformação da base de conhecimentos em uma forma única de conhecimento que afeta a prática docente - *modelo transformativo* (Figura 2).

Figura 1 – Modelo de Conhecimento Integrativo.

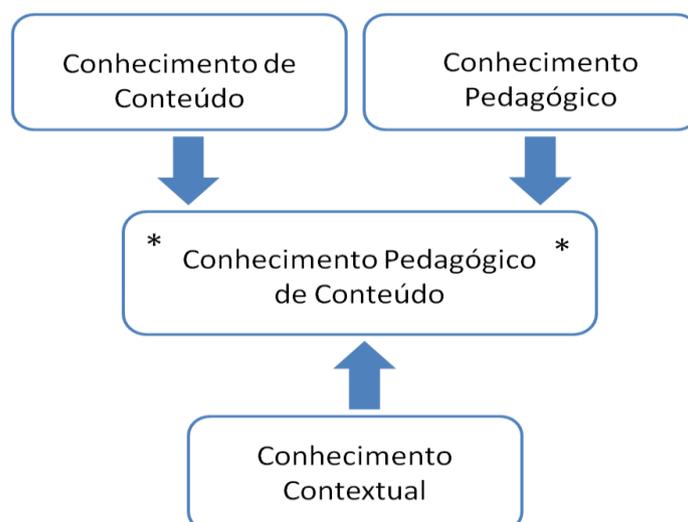


Fonte: Gess-Newsome (1999a, p. 12)<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Os dois modelos foram sugeridos por Gess-Newsome (1999a) com base na concepção de que o PCK é influenciado, essencialmente, pelos conhecimentos de conteúdo, pedagógico e contextual. Atualmente, a literatura reconhece a influência adicional de outros conhecimentos.

Figura 2 – Modelo de Conhecimento Transformativo



Fonte: Gess-Newsome (1999a, p. 12).

De acordo com Gess-Newsome (1999a) o modelo integrativo permite que os conhecimentos da base sejam desenvolvidos independentemente durante a formação e, posteriormente, integrados nas situações de ensino. Além disso, uma vez integrados, os conhecimentos utilizados no ensino podem ser desatrelados uns dos outros, retornando assim à sua forma original. Isso possibilita o aprofundamento e/ou reorganização dos conhecimentos da base. Já de acordo com o modelo transformativo, os conhecimentos da base podem ser ensinados tanto isoladamente (como no modelo integrativo), quanto de forma articulada, pois o foco da formação está na transformação desses conhecimentos em PCK.

Magnusson *et al.* (1999) descrevem o conhecimento pedagógico de conteúdo como a transformação dos conhecimentos de conteúdo, pedagógico e contextual. Estes três conhecimentos influenciam o PCK, que por sua vez, de acordo com esses autores, é composto por: orientações para o ensino de Ciências; conhecimento do currículo de Ciências; conhecimento da compreensão dos estudantes em Ciências; conhecimento de estratégias instrucionais; e conhecimento de avaliação em Ciências.

O modelo de Magnusson *et al.* (1999) é um dos mais utilizados entre pesquisadores na área de Ensino de Ciências, em sua versão original ou adaptado por outros pesquisadores (por exemplo, Park e Oliver, 2008). Apesar de sua ampla aceitação, o modelo tem sido alvo de algumas críticas, principalmente no que concerne à conceituação do termo *orientações para o ensino de Ciências*. Segundo Friedrichsen *et al.* (2011) esse termo é utilizado pelos autores tendo como base diferentes significados reportados na literatura: um deles relacionado às crenças gerais dos

professores sobre o ensino e o outro relacionado aos padrões de pensamento e comportamento dos professores em relação ao ensino de Ciências. Esta ambiguidade na definição de *orientações para o ensino de Ciências* culminou em formas distintas de avaliar este componente do PCK e, muitas vezes, levou os pesquisadores que utilizam o modelo de Magnusson *et al.* (1999) a negligenciar este aspecto devido à falta de clareza sobre o mesmo.

Baseados no modelo elaborado por Magnusson *et al.* (1999), Park e Oliver (2008) propuseram o modelo *Pentágono de PCK*. Estes autores consideram que o PCK é constituído pela integração entre os cinco componentes destacados por Magnusson *et al.* (1999). Neste sentido, poderíamos considerar o modelo proposto pelos autores como um intermediário, situado entre os dois extremos do *continuum* de Gess-Newsome (1999), uma vez que os autores assumem o PCK como um domínio resultante da integração de conhecimentos do professor.

Park e Oliver (2008) explicam que a simples aquisição desses conhecimentos, de forma isolada, não caracteriza o PCK, pois ele se desenvolve por meio da integração entre aqueles cinco componentes, promovida pela *reflexão na ação*. Fundamentados neste modelo, os autores realizaram estudos empíricos e chegaram às seguintes conclusões principais: (i) PCK se desenvolve a partir de reflexões *na* e *sobre* a ação docente; (ii) a eficácia do ensino está relacionada às crenças do professor; (iii) os resultados dos estudantes frente ao ensino influenciam o PCK do professor; (iv) as concepções alternativas dos estudantes moldam o PCK; e (iv) o PCK de diferentes professores tem componentes em comum e componentes idiossincráticos.

No que se refere à última conclusão mencionada, Park e Suh (2015) propuseram a diferenciação entre duas partes que compõem o PCK do professor: *PCK indispensável* - partes do PCK que podem ser aplicadas a qualquer professor, em qualquer contexto de ensino para um determinado tema – e *PCK idiossincrático* - partes do PCK que são exclusivas de professores e contextos específicos.

Park e Suh (2015) consideram que existem quatro fatores que proporcionam a idiossincrasia do PCK: as orientações para o ensino de Ciências, as características dos estudantes, as experiências de ensino e as características pessoais do professor. Por outro lado, existem duas fontes principais que contribuem para o PCK indispensável: a ciência canônica e as teorias de aprendizagem. Os autores consideram que as grandes ideias de um tema específico, decorrentes da ciência canônica, são universais e independentes das configurações culturais e educacionais, por isso, supõem uma base de

conhecimentos comum, necessária para ensinar essas grandes ideias em quaisquer contextos e por qualquer professor. A outra fonte que contribui para o PCK indispensável é o alinhamento com as teorias contemporâneas de aprendizagem, uma vez que, de acordo com os autores, o ensino eficaz ocorre somente quando as práticas instrucionais estão bem alinhadas com a concepção de como os estudantes aprendem.

Park e Suh (2015) propõem que medidas comparáveis relacionadas ao PCK sejam projetadas para avaliar o PCK indispensável rompendo as fronteiras entre indivíduos e contextos de aprendizagem. Apesar de Shulman (1986) explicitar em sua formulação original de PCK a natureza contextual desse construto, esta visão de PCK desatrelada do contexto de ensino e relacionada apenas às grandes ideias de um tema é comum na literatura da área.

A este respeito, o CoRe (Representação do Conteúdo) desenvolvido por Loughran *et al.* (2012) tem sido um instrumento bastante utilizado para avaliar o que nos parece ser o PCK indispensável nos termos de Park e Suh (2015). O processo de criação de um CoRe começa com o acordo, entre os professores, sobre as grandes ideias relacionadas a um tema específico que são importantes para o desenvolvimento do entendimento de um estudante. Uma vez que as grandes ideias são identificadas, professores trabalham em grupo para responder a perguntas, como: O que você pretende que estudantes aprendam sobre essa ideia? Por que é importante para os estudantes aprenderem essa ideia? O que mais você sabe sobre essa ideia? Quais são as dificuldades ou limitações ligadas ao ensino desta ideia? O que você sabe sobre o pensamento dos estudantes sobre essa ideia? Que outros fatores influenciam o ensino desta ideia? Quais estratégias instrucionais você vai usar e por quê? Como você irá monitorar a compreensão de estudantes em torno desta ideia?

Em suma, os CoRe's buscam explicitar os conhecimentos públicos sobre as grandes ideias de um tema que os professores acessam (GESS-NEWSOME, 2015b). Dessa forma, avaliações de PCK com base em um CoRe contrariam a ideia original de Shuman de que o mesmo é um conhecimento desenvolvido pelo professor em um contexto específico, em função das demandas e características dos estudantes daquele contexto. Ademais, para Baxter e Lederman (1999) a avaliação do PCK é complexa e exige várias abordagens para retratar não só aquilo que os professores sabem, mas também aquilo em que eles acreditam e as razões por trás das suas ações.

Como essas, outras pesquisas desenvolvidas revelaram grandes divergências nas definições, modelos, e métodos de avaliar o PCK dos professores. Tais divergências

podem ser resumidas em torno das seguintes questões: PCK existe em termos da disciplina (por exemplo, química) ou do tema (por exemplo, reações químicas)? Qual é a relação de orientações para o ensino e PCK? PCK existe como uma base de conhecimento, uma habilidade, ou ambos? PCK é um conhecimento exclusivo de um professor ou um conhecimento desenvolvido pela Comunidade? PCK pode ser medido separadamente do ato de ensino? (GESS-NEWSOME, 2015b).

Estas e outras questões evidenciaram a importância de uma discussão focalizada sobre PCK e conduziram à realização da cúpula do PCK em 2012. Esse evento reuniu vinte e dois pesquisadores do Ensino de Ciências de sete países, durante cinco dias, com o intuito de discutir o significado de PCK e identificar um padrão para esse constructo. As contribuições oriundas da cúpula do PCK podem ser encontradas no livro *Re-examining Pedagogical Content knowledge in Science Education*, editado por Berry *et al.* (2015).

Na cúpula do PCK, a primeira sessão foi uma videoconferência com Lee S. Shulman, que ofereceu uma apreciação pessoal sobre os problemas, tempos e eventos que moldaram o PCK (SHULMAN, 2015). Shulman reconheceu algumas limitações intrínsecas à sua formulação original de PCK, como: ausência de afeto, emoção e motivação; uma ênfase exagerada no pensamento do professor em detrimento do desempenho do professor em sala de aula; a omissão do contexto social mais amplo; a omissão da visão e dos objetivos educacionais do professor; e ausência de relações entre PCK e os resultados dos estudantes (SHULMAN, 2015). Muitas dessas limitações podem estar associadas ao contexto no qual a noção de PCK foi proposta, o qual consistia em um momento de grandes discussões sobre a educação, especialmente no que diz respeito à profissionalização do ensino. Por isso, a proposição de PCK naquela época ocorreu, principalmente, em resposta a um conjunto de ideias que concebia o ensino como um processo sem conteúdo e os professores como meros consumidores de conhecimento.

Com o intuito de contornar as limitações e as divergências mencionadas anteriormente, os pesquisadores presentes na cúpula discutiram ideias consensuais acerca do PCK, as quais originaram o *Modelo de Conhecimentos e Habilidades Profissionais do Professor que inclui PCK* (TPK&S) (Figura 3), sistematizado por Gess-Newsome (2015b). Nesse modelo, Gess-Newsome (2015b) procura considerar a complexidade do ensino e da aprendizagem ao discutir os conhecimentos e as habilidades mobilizadas pelos professores no ensino e como eles influenciam e são

influenciados pelos resultados dos estudantes. A seguir, apresentamos, de forma sucinta, a definição de cada um dos componentes daquele modelo:

Figura 3 – Modelo de Conhecimentos e Habilidades Profissionais do Professor.



Fonte: Gess-Newsome (2015, p. 31).

- *Base de conhecimento profissional do professor (TPKB)*: é constituída de conhecimentos diretamente necessários à prática do professor: conhecimento de avaliação, conhecimento pedagógico, conhecimento de conteúdo, conhecimento dos estudantes e conhecimento curricular. Essa base de conhecimentos profissionais é genérica, ou seja, não é específica do conteúdo e também normativa, isto é, os conhecimentos necessários ao professor são pré-determinados e discutidos nos cursos de formação. Os professores são consumidores destes conhecimentos e, por isso, a base de conhecimentos profissionais pode ser usada para definir e avaliar o que os professores sabem de cada conhecimento que compõe a categoria.
- *Conhecimento profissional de tema específico (TSPK)*: essa categoria abrange os conhecimentos necessários para o ensino de um tema específico (por

exemplo, reações químicas). Conhecimentos dessa categoria englobam procedimentos como: determinar estratégias instrucionais eficazes; selecionar diferentes representações; usar exemplos específicos para destacar e construir ideias globais; entender as concepções alternativas dos estudantes; saber como integrar práticas e conceitos dentro de um tema. Esses conhecimentos são públicos, ou seja, os professores utilizam materiais e fontes de pesquisa já existentes para a elaboração de um plano de aula, por exemplo.

- *Amplificadores e filtros do professor*: essa categoria sinaliza que os professores personalizam os conhecimentos das categorias anteriores, resultando na aceitação, rejeição ou modificação de novos conhecimentos, habilidades e práticas. Isto ocorre a partir das crenças do professor sobre as ações dos professores e os resultados dos estudantes no ensino; de seus pontos de vista sobre os objetivos da sociedade para a educação; de sua orientação em relação a estratégias instrucionais preferenciais; e de seu conhecimento prévio. Além disso, os afetos do professor, como motivação e insatisfação, também podem influenciar a prática docente.
- *Prática na sala de aula*: nessa categoria, a autora destaca que a ação do professor em sala de aula pode ser compreendida por meio da interação entre seu PCK pessoal e o contexto da sala de aula. O PCK pessoal é caracterizado como o conhecimento, o raciocínio e o planejamento de ensino de um tema específico, para um contexto específico, com o propósito particular de favorecer o entendimento dos estudantes. Ele pode ser encontrado nos planos de ensino que os professores criam e nas razões por trás de suas decisões do planejamento instrucional. Contudo, o fato de o professor ter determinados conhecimentos não implica que ele saiba como utilizá-los no ensino, ou que ele tenha as habilidades necessárias para utilizá-los. Por isso, foi criado um construto que relaciona habilidade ao PCK: o PCK & S. Este construto é caracterizado no ato de se ensinar um tema específico, em um contexto específico, com a finalidade de favorecer o entendimento dos estudantes. Dessa forma, ele está estreitamente relacionado às ações executadas pelo professor em sua sala de aula.
- *Amplificadores e filtros dos estudantes*: Essa categoria evidencia que não há uma relação direta entre o ensino do professor e a aprendizagem dos estudantes. O sucesso dos estudantes é influenciado por vários aspectos, tais como: cognição

e memória de trabalho, motivação, autorregulação, capacidade de prestar atenção e persistência, frequência escolar, entre outros. Esses aspectos podem atuar como amplificadores e filtros para a aprendizagem do estudante e para o que acontece em sala de aula.

- *Resultado dos estudantes:* A influência do resultado da aprendizagem do estudante influencia em todo o modelo, uma vez que é a partir dele que o professor vai explorar o seu desempenho e buscar aperfeiçoar seus conhecimentos. Por exemplo, o desempenho dos estudantes durante as instruções pode atuar como uma oportunidade de aprendizagem para o professor amplificar suas bases de conhecimentos.

O modelo TPK&S evidencia, de forma recursiva e dinâmica, os conhecimentos e habilidades profissionais envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem como um todo. Além disso, o modelo esclarece aspectos centrais a respeito do PCK, os quais eram alvo de divergências entre pesquisadores. Entre as contribuições provenientes deste modelo destacamos, em particular, que ele distingue o conhecimento profissional de tema específico (TSPK), um conhecimento público, do PCK, reconhecido como um conhecimento privado e contextual sobre o tema. Além disso, o modelo reconhece que PCK é tanto uma base de conhecimento quanto uma habilidade (PCK e PCK&S). O modelo TPK&S também inclui a influência do afeto de professores e estudantes nos processos de ensino e aprendizagem ao considerar os amplificadores e filtros.

Tendo em vista as discussões realizadas acerca do PCK ao longo deste trabalho, nos parece relevante realçar a centralidade deste conhecimento na prática docente. PCK destaca-se, como o conhecimento *desenvolvido* pelos professores no ato do ensino (SHULMAN, 1986; 1987) e pode ser melhor definido com base na literatura mais atual (GESS-NEWSOME, 2015b) como *conhecimentos e habilidades envolvidos no planejamento e ensino de um tema específico, em um contexto específico, para facilitar o entendimento de estudantes específicos*.<sup>6</sup>

Diferentes autores que trabalham com a temática (MAGNUSSON *et al.*, 1999; NILSSON, 2008; PARK; OLIVER, 2008) apontam a importância de que os cursos de formação de professores tenham como premissa desenvolver o PCK dos futuros professores. Contudo, destacamos a lacuna dos principais modelos de conhecimento de professor (CARLSEN, 1999; MAGNUSSON *et al.*, 1999; MORINE-DERSHIMER;

---

<sup>6</sup> O que Gess-Newsome (2015) definiu, separadamente, como PCK e PCK&S

KENT, 1999; PARK; OLIVER, 2008; GESS-NEWSOME, 2015b) em representar as origens do desenvolvimento do PCK durante a formação acadêmico-profissional de professores, uma vez que os mesmos centram-se na caracterização do PCK de professores já formados, que atuam profissionalmente.

Nesse sentido, faz-se necessária a proposição de um modelo que caracterize e discuta os conhecimentos profissionais de professores de Ciências em formação, assim como a contribuição destes conhecimentos para o desenvolvimento do PCK. Isso seria importante para nortear os cursos de formação de professores, de modo que os mesmos assumam um perfil diferenciado do curso de bacharelado favorecendo, desta forma, a construção da identidade docente dos futuros professores (DINIZ-PEREIRA, 2011a).

A proposição de um modelo de conhecimentos profissionais de professores de Ciências em formação deve ocorrer fundamentada em uma discussão sólida sobre as principais abordagens para a formação de professores. Nesse sentido, ressaltamos a centralidade atribuída à articulação entre teoria e prática nos cursos de formação, recomendada inclusive na legislação que regulamenta os cursos de formação de professores no Brasil. Como discutido, essa articulação entre teoria e prática é indispensável para uma formação de professores direcionada à realidade do trabalho docente.

A reflexão crítica decorrente da e fomentada pela articulação entre teoria e prática é igualmente necessária para o desenvolvimento e mobilização dos conhecimentos profissionais dos futuros professores. A partir dela, os (futuros) professores buscam, fundamentados em teorias, compreender as realidades de atuação, consolidando e produzindo novos conhecimentos. Com base nesses pressupostos, apresentamos na próxima seção um modelo de conhecimentos profissionais de professores de Ciências em formação centrado na articulação entre teoria e prática e na reflexão crítica.

#### **2.1.4 Modelo de Conhecimentos Profissionais de Professores de Ciências em Formação (CPPF)**

Reconhecendo a pertinência do *Modelo de Conhecimentos e Habilidades Profissionais do Professor* proposto por Gess-Newsome (2015b) em representar a complexidade dos mesmos e suas relações com os processos de ensino e aprendizagem, nos baseamos naquele modelo para propor o *Modelo de Conhecimentos Profissionais de Professores de Ciências em Formação* (figura 4). Isto foi feito tomando como base as

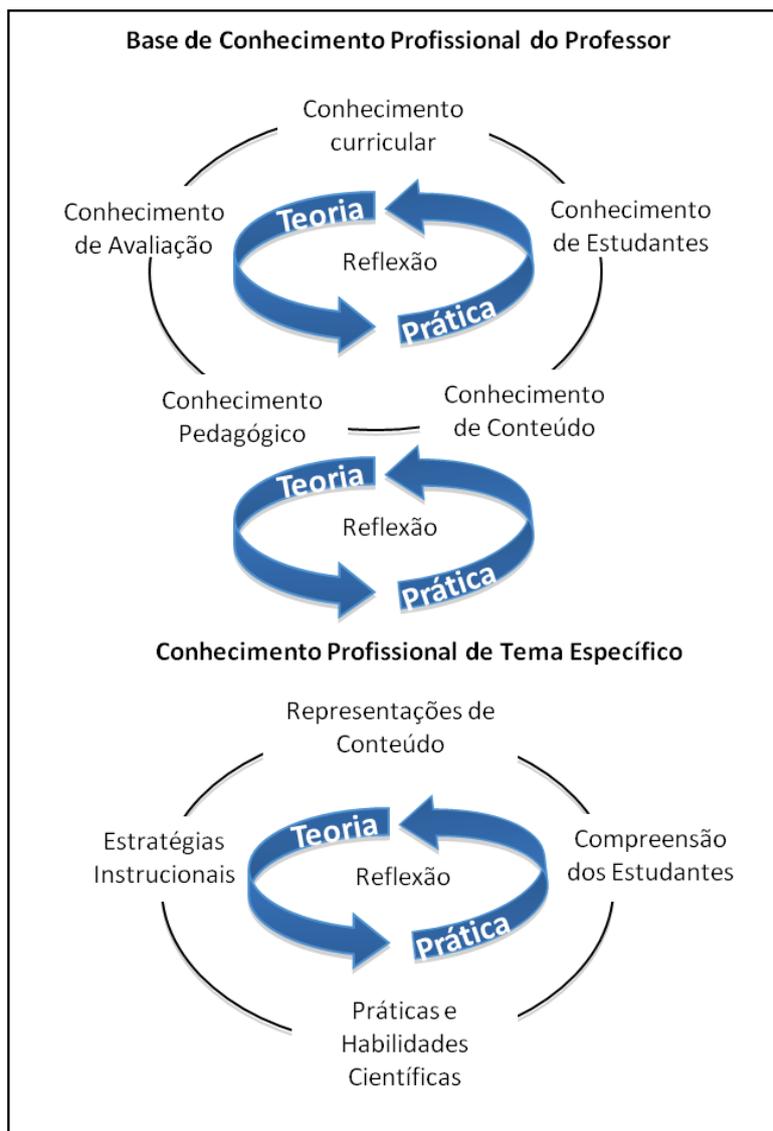
ideias que julgamos relevantes naquele modelo e discutindo as especificidades do contexto de formação acadêmico-profissional de professores.

O modelo proposto neste trabalho se diferencia daquele de Gess-Newsome (2015b) em dois aspectos principalmente. *Primeiro*, por considerarmos que, já na formação acadêmico-profissional, os futuros professores desenvolvem, integram e transformam os conhecimentos das bases<sup>7</sup> a que têm acesso. Isso ocorre por meio da articulação teoria-prática nos cursos de formação. *Segundo*, considerando as especificidades da prática dos professores em formação acadêmico-profissional, assumimos que os conhecimentos mobilizados nas situações de ensino vivenciadas por eles se diferem daqueles mobilizados por professores quando atuam profissionalmente. No entanto, devido à natureza transformativa desses conhecimentos, assumimos que eles poderão constituir o PCK desses professores. Denominamos esse conjunto de conhecimentos desenvolvidos, integrados e transformados durante a formação de *Conhecimentos Profissionais de Professores em Formação (CPPF)*.

---

<sup>7</sup> Utilizaremos o termo “bases de conhecimento” quando nos referirmos ao conjunto de conhecimentos que compõem ambos, a base de conhecimento profissional do professor e o conhecimento profissional de tema específico.

Figura 4 - Modelo de Conhecimentos Profissionais de Professores de Ciências em Formação adaptado de Gess-Newsome (2015b, p. 31).



De acordo com Gess-Newsome (2015b), a *base de conhecimento profissional do professor* e o *conhecimento profissional de tema específico* consistem em conhecimentos públicos, sendo os (futuros) professores consumidores destes conhecimentos.

Sob nosso ponto de vista, os futuros professores (e não somente os professores), além de consumidores, são também transformadores destes conhecimentos. Tal transformação ocorre a partir da *reflexão na preparação para a ação docente* decorrente da e fomentada pela articulação teoria-prática. A reflexão na preparação para a ação docente é entendida neste trabalho como uma reflexão crítica e coletiva que abrange não só a prática e a profissão docente, mas também os contextos sociais e políticos que as influenciam (ZEICHNER, 1993; 2008).

Tal como discutido anteriormente neste trabalho, a articulação teoria-prática é uma interação mútua (PICONEZ, 2012). Nessa perspectiva, a formação de professores deve estar direcionada a uma lógica profissional, isto é, centrada na realidade do trabalho docente. Os futuros professores devem apoiar-se nos conhecimentos disponibilizados nos cursos de formação, como os das bases de conhecimentos, mas estes devem estar inter-relacionados aos conhecimentos profissionais que são essencialmente pragmáticos, ou seja, são direcionados para a solução de situações concretas (TARDIF, 2002).

Dessa forma, ressaltamos que, embora os conhecimentos da base profissional do professor, como o de conteúdo e o pedagógico, sejam, muitas vezes, ensinados de forma independente na formação acadêmico-profissional (TARDIF, 2002; NILSSON, 2008), a reflexão na preparação para a ação docente, fomentada na articulação teoria-prática, promove sua integração, (re)significando-os e (re)contextualizando-os para a atuação profissional. Esse é o elemento principal que distancia os futuros professores da posição de simples receptores de conhecimentos e os aproxima daquela de transformadores, ou seja, na medida em que eles refletem em sua preparação para a ação docente. Em nosso ponto de vista, quando os futuros professores refletem de maneira coletiva sobre esses conhecimentos eles têm a oportunidade de compartilhar diferentes ideias e crenças, o que pode potencializar o desenvolvimento, integração e transformação desses conhecimentos.

As reflexões proporcionadas a partir da articulação teoria-prática também são responsáveis por mediar a influência mútua existente entre a base de conhecimento profissional geral e o conhecimento profissional de tema específico. A base de conhecimento geral pode ser explorada para um tema específico (por exemplo, reações químicas), quando os (futuros) professores têm acesso às principais ideias de um tema, aos modos de representação dessas ideias, à compreensão dos estudantes e às práticas científicas relacionadas ao tema. Assim, o conhecimento profissional de tema específico influencia e é influenciado pela base de conhecimento profissional geral, o que significa dizer que o ganho em uma dessas bases tem o potencial de aprimorar a outra (GESS-NEWSOME, 2015b).

A outra distinção que mencionamos entre o nosso modelo e aquele proposto por Gess-Newsome (2015b) é a consideração de que os conhecimentos desenvolvidos, integrados e transformados pelos futuros professores durante a formação acadêmico-profissional, embora diferentes daqueles mobilizados por professores quando atuam

profissionalmente, poderão ser parte do seu PCK. Isso ocorre a partir do envolvimento dos mesmos em situações de planejamento e ensino de temas específicos, em contextos específicos e na reflexão sobre esses conhecimentos e habilidades.

Durante a formação acadêmico-profissional, é comum a proposição dessas situações de planejamento e ensino. Tais situações podem ser propostas, por exemplo, em uma dimensão prática e real da educação básica, como nos estágios, ou em situações teóricas e/ou ideais de ensino, como em aulas simuladas destinadas aos seus pares. Estes cenários de planejamento e ensino dizem respeito à *preparação para a ação docente* e não à prática docente propriamente dita. Ao atuarem em uma sala de aula durante o estágio, por exemplo, os futuros professores se deparam com um cenário no qual eles precisam ensinar algo para estudantes de um outro professor.

Nesse contexto, as características do cenário educacional e dos estudantes não são profundamente conhecidas pelo futuro professor - ainda que períodos de observação da realidade escolar possam aumentar a sua familiaridade. Tal ensino deve ocorrer em um tempo pré-determinado, de forma que, após lecionar o assunto planejado, o futuro professor nem sempre volta a ter contato com aqueles estudantes, nem tampouco com os resultados dos mesmos frente ao seu ensino.<sup>8</sup> De forma similar, quando são propostos a desenvolver aulas simuladas sobre um determinado tema, os futuros professores estão em um momento de preparação para a ação docente, no qual seus colegas podem ser solicitados a se comportar como estudantes para os quais o ensino foi planejado, mas que se distancia ainda mais, em vários aspectos, da complexa realidade de uma sala de aula da educação básica vivenciada pelos professores no ato da docência.

Tais aspectos nos levam a acreditar que os conhecimentos envolvidos nas situações de ensino vivenciadas pelos futuros professores devem ser diferenciados daqueles desenvolvidos pelos professores que exercem a docência. Em outras palavras, levando em consideração o fato de que PCK é desenvolvido a partir da prática docente e da reflexão sobre a mesma em função das características do contexto e dos estudantes para os quais o ensino é proposto, consideramos que os professores em formação

---

<sup>8</sup> Alguns programas destinados à formação acadêmico-profissional de professores, como o PIBID, possibilitam a imersão dos futuros professores por um longo período de tempo no ambiente escolar, contribuindo para seu desenvolvimento profissional. Entretanto, esses programas, como os estágios, apresentam um caráter preparatório para a práxis. Os futuros professores se colocam no papel de professores em determinados momentos, mas esta situação é provisória, o que implica em diferenças significativas se comparada à atuação docente. Os estudantes para os quais lecionam são de outro professor. Além disso, não compete aos futuros professores, na vivência dessas experiências formativas, realizar procedimentos como determinar o conteúdo que será abordado ao longo do ano letivo, a organização deste conteúdo, os aspectos a serem avaliados, entre outros.

acadêmico-profissional não apresentam um PCK constituído nesta etapa formativa. Isso porque, tendo em vista o caráter preparatório atribuído à formação acadêmico-profissional, os futuros professores não têm tantas oportunidades de vivenciar o ensino de determinado tema em diferentes contextos e de refletir sobre esse ensino, quanto os professores que já atuam profissionalmente. Contudo, não podemos ignorar o papel da formação acadêmico-profissional em promover o desenvolvimento, a integração e a transformação dos CPPF que, posteriormente, poderão compor o seu PCK.

Nesse sentido, destacamos a importância de que a formação acadêmico-profissional seja entendida como um processo colaborativo, no qual os futuros professores possam se auxiliar mutuamente na tentativa de aprimorar seus CPPF. Entendida dessa forma, a formação acadêmico-profissional deve propiciar a vivência de práticas que levem à reflexão coletiva entre os futuros professores no sentido de promover a conjugação entre os saberes da experiência e da teoria, possibilitando uma análise integrada e sistemática da atividade profissional docente (BARREIRO; GEBRAN, 2006).

Dessa forma, a partir da articulação teoria-prática e da reflexão na preparação para a ação docente, os conhecimentos das bases são desenvolvidos, integrados progressivamente e transformados nas situações de ensino. Essa transformação não ocorre de forma mecânica. Ao contrário, os conhecimentos das bases, durante o seu desenvolvimento, passam por uma espécie de amplificadores e filtros dos (futuros) professores (GESS-NEWSOME, 2015b), os quais são constituídos por suas orientações para o ensino de Ciências, conhecimentos prévios e contexto de atuação. Esses amplificadores e filtros determinam quais conhecimentos proporcionados pela formação acadêmico-profissional serão incorporados ou não à prática dos (futuros) professores e como estes conhecimentos serão transformados para uso em um contexto de ensino específico.

Por isso, em contraste com os conhecimentos das bases, que como discutido, são conhecimentos públicos traduzidos para a formação de professores, os conhecimentos mobilizados nas situações de ensino são uma construção dos futuros professores. Ambos os conhecimentos influenciam-se mutuamente, uma vez que, ao refletir sobre os conhecimentos das bases (re)significando-os para um determinado contexto de ensino e sobre seus amplificadores e filtros, os (futuros) professores aprimoram sua prática. Por outro lado, ao expressar seus conhecimentos em uma situação de ensino específica e refletir sobre eles os (futuros) professores têm a possibilidade de reformular os

conhecimentos das bases e seus amplificadores e filtros. Isso porque, como discutido, a prática docente não é somente um espaço de aplicação de saberes provenientes de teoria, mas também um espaço de produção de saberes provenientes dessa mesma prática (TARDIF, 2002).

Se por um lado os amplificadores e filtros dos futuros professores são determinantes para a transformação dos conhecimentos nas situações de ensino, por outro, a reflexão conjunta entre os futuros professores é um importante aspecto que pode auxiliá-los a reforçar ou até mesmo alterar algumas das suas crenças e conhecimentos que constituem esses amplificadores e filtros. Nesse sentido, ressaltamos a necessidade de que os futuros professores possam vivenciar processos formativos nos quais eles tenham oportunidade de planejar, desenvolver e refletir sobre o ensino de forma coletiva (NÓVOA, 1992; ZEICHNER, 1993).

Como evidenciado por Nilsson (2008), estimular reflexões nos futuros professores sobre as suas experiências de ensino pode auxiliá-los a compreender as complexas relações entre o seu ensino e os conhecimentos das bases. A articulação teoria-prática concretiza-se por meio de tais reflexões, nas quais os futuros professores tentam compreender a situação prática e transformá-la por meio da teoria (PICONEZ, 2012). Além disso, é a compreensão dessas complexas relações que potencializa a transformação dos CPPF em PCK na atuação docente.

Assim, embora a formação acadêmico-profissional exerça papel central no desenvolvimento e transformação dos CPPF, estes ganham outra dimensão a partir da atuação docente. Isso ocorre porque a experiência docente provoca um efeito de retomada crítica dos CPPF permitindo aos professores reverem esses conhecimentos submetendo-os ao processo de validação pela própria prática docente (TARDIF, 2002). Nesse processo, os conhecimentos produzidos e validados pelo professor a partir de sua prática e do diálogo com outros professores passam a constituir seu PCK.

Embora as discussões realizadas neste trabalho estejam direcionadas à formação acadêmico-profissional de professores, o modelo proposto é válido para se pensar a formação docente como um todo, incluindo o desenvolvimento profissional docente. Isso porque, as reflexões decorrentes da e fomentadas pela articulação teoria-prática devem ser a base do desenvolvimento, integração e transformação dos conhecimentos profissionais dos professores. Passaremos, a partir de agora, a explicar cada um dos componentes destes conhecimentos e as interações entre eles. Além disso, como nossa área de interesse é a da formação de professores de Química, sempre que possível, os

componentes do modelo e os exemplos fornecidos estarão relacionados a esse campo de conhecimento.

#### **2.1.4.1 Base de Conhecimento Profissional do Professor**

Como discutido, a *base de conhecimentos profissional do professor* é constituída de conhecimentos diretamente necessários à prática do professor. Além disso, os conhecimentos que a constituem são públicos e discutidos nos cursos de formação de professores, sendo os mesmos consumidores-transformadores desses conhecimentos. Assim, a formação de professores assume papel central no desenvolvimento da base de conhecimentos profissionais do professor.

Com relação ao *conhecimento de avaliação*, espera-se que, ao longo da formação, os (futuros) professores, independente da área de atuação, reconheçam os principais tipos de avaliação existentes no ensino e as formas como as mesmas podem ser elaboradas, bem como suas diferentes finalidades. Por exemplo, para certificar-se de que o ensino está sendo eficaz, o professor recorre às avaliações de sala de aula, por meio das quais pretende avaliar certos conhecimentos, competências e habilidades dos estudantes sobre um determinado assunto. A partir dos resultados obtidos, ele pode balizar intervenções futuras tanto nas dificuldades identificadas na turma como um todo, quanto de alguns estudantes específicos (GATTI, 2009). Por outro lado, as avaliações de larga escala, como PISA e Prova Brasil, não têm como objetivo acompanhar tão de perto a evolução dos estudantes, mas de diagnosticar as condições gerais do ensino ofertado por determinada escola, município, estado ou no país como um todo (por exemplo, Alavarse *et al.*, 2013). Assim, torna-se igualmente necessário que o professor tenha conhecimento sobre como essas avaliações são desenhadas e como seus resultados podem ser utilizados para melhorar a sua prática.

O *conhecimento pedagógico* está relacionado à organização e gestão de sala de aula, conhecimento de modelos e estratégias instrucionais, técnicas de comunicação de sala de aula e o discurso utilizado visando promover o engajamento e a aprendizagem dos estudantes (MORINE-DERSHIMER; KENT, 1999). Estes elementos são, de acordo com Morine-Dershimer e Kent (1999), os mais apontados por estudiosos como os principais contribuintes para o conhecimento pedagógico. Como parte da compreensão sobre as estratégias instrucionais destaca-se, por exemplo, o conhecimento sobre analogias e outros tipos de comparações, como elas podem facilitar a compreensão dos

estudantes e as formas como elas podem ser empregadas no ensino visando o engajamento e a aprendizagem dos estudantes (BORKO; PUTNAM, 1996).

O *conhecimento de conteúdo* refere-se ao conhecimento científico do domínio que o professor leciona. O conhecimento de conteúdo vai além dos conhecimentos dos fatos ou conceitos de um domínio (SHULMAN, 1986; GESS-NEWSOME, 1999b). Refere-se também à compreensão da estrutura da disciplina, isto é, à forma como ela é organizada e à sua natureza, a qual muitas vezes envolve aspectos filosóficos, históricos, sociológicos, entre outros. Por exemplo, um professor de química deve conhecer os principais conceitos e modelos dessa ciência, seu contexto de produção, ser capaz de explicar por que e como estes conceitos e modelos foram validados à luz de evidências por uma comunidade de especialistas, porque vale a pena conhecê-los, como esses conceitos e modelos se relacionam com outros dentro de sua disciplina ou em outros domínios de conhecimento (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008).

O *conhecimento de estudantes* refere-se ao desenvolvimento cognitivo e físico dos estudantes, às diferenças de entendimento dos estudantes que requerem estratégias instrucionais diferenciadas e como considerar aspectos pessoais dos estudantes e do seu contexto para enriquecer a prática instrucional (GESS-NEWSOME, 2015b). Por exemplo, o professor deve estar ciente de que uma sala de aula é composta por sujeitos com experiências diversas e que, dessa forma, uma determinada estratégia instrucional pode não surtir o efeito esperado para todos os estudantes. Cada estudante tem sua especificidade, seu ritmo de aprendizagem e estes aspectos devem ser levados em conta, pois são fatores que impactam no processo de aprendizagem e na prática do professor.

Finalmente, o *conhecimento do currículo* inclui os objetivos e a estrutura do currículo; o papel de sua organização e sequência; e a habilidade de acessar e articular os conteúdos do currículo de forma coerente (GESS-NEWSOME, 2015b). Por exemplo, um professor de química deve saber que a estruturação do currículo é feita sob uma lógica de aprendizagem tal que, a articulação entre os níveis representacionais macro, submicro e simbólico é essencial para que os estudantes compreendam adequadamente esta ciência.

Como mencionado, todos estes conhecimentos devem ser desenvolvidos durante a formação do (futuro) professor. Nesse processo, os professores formadores assumem o papel primordial de promover situações para que os (futuros) professores reflitam de maneira colaborativa sobre esses conhecimentos de forma a (re)significá-los e (re)contextualizá-los durante sua atuação profissional. Dessa forma, ao refletirem em

conjunto buscando atribuir significados a estes conhecimentos, os futuros professores podem potencializar o desenvolvimento dos mesmos.

Para tornar-se um profissional autônomo consciente de seu papel na sociedade, o professor precisa desenvolver o hábito da reflexão, o qual compete não somente às disciplinas pedagógicas, mas a todas as outras cursadas durante sua formação (FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012a). É por meio dessa reflexão coletiva proporcionada pelas diferentes disciplinas do curso que se evidencia mais explicitamente o papel da inter-relação entre teoria e prática na formação do professor: ela direciona as bases de conhecimentos para o contexto de atuação profissional do professor, daí o seu caráter fomentador da reflexão.

Por meio delas, o conhecimento sobre as diferenças de aprendizagem entre os estudantes pode ser relacionado ao conhecimento sobre as diferentes estratégias instrucionais disponíveis, para auxiliar a aprendizagem de estudantes com características diferentes. Além disso, tais conhecimentos podem ser associados ao conhecimento de avaliação, de forma a evidenciar quais formas de avaliação podem ser mais úteis para avaliar a aprendizagem frente às características dos estudantes e às estratégias instrucionais utilizadas.

Essa articulação teoria-prática deve permear a formação como um todo. Assim, em determinadas disciplinas, os futuros professores podem desenvolver pequenos projetos de estudos relacionados ao ensino de Química. Por exemplo, os formadores que ministram disciplinas tais como Psicologia da Educação, podem orientar os futuros professores em projetos que procuram compreender determinados comportamentos de adolescentes em aulas de química (FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012b).

Outro exemplo que remete à inter-relação entre conhecimentos que pode ser favorecida pela articulação teoria-prática se refere aos conhecimentos de avaliação e de currículo. A partir da concepção que os (futuros) professores têm de currículo, eles podem julgar quais conhecimentos são necessariamente mais importantes de serem avaliados. Além disso, o conhecimento de avaliação também influencia o conhecimento sobre o currículo, na medida em que os (futuros) professores podem repensar, a partir dos conhecimentos que eles julgavam mais importantes de serem avaliados, quais conhecimentos devem compor o currículo de Ciências.

Ademais, tal articulação favorece a construção da identidade docente dos futuros professores, uma vez que ela é o eixo estruturador dos cursos de licenciatura como cursos que formam professores e que os diferencia dos cursos de bacharelado. Em

outras palavras, a articulação teoria-prática contribui para que futuros professores se assumam como professores em detrimento de se colocarem, em primeiro lugar, como químicos que também podem dar aulas (DINIZ-PEREIRA, 2011A; FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012a).

#### ***2.1.4.2 Conhecimento Profissional de Tema Específico***

Essa categoria abrange os conhecimentos necessários para o ensino de um tema específico, como reações químicas, equilíbrio químico e modelos atômicos. Dado que, como os anteriores, são conhecimentos públicos, os professores utilizam materiais e fontes de pesquisa já existentes para planejar seu ensino. Contudo, cabe ressaltar que, também como no caso da base de conhecimento profissional do professor, o conhecimento profissional de tema específico é desenvolvido, integrado e transformado pelos (futuros) professores por meio das reflexões na preparação para a ação docente fomentadas pela articulação teoria-prática.

*Práticas e Habilidades investigativas:* inclui conhecimento das habilidades e competências que os estudantes podem precisar para a compreensão do assunto. Por exemplo, se o objetivo do professor é ajudar os estudantes a aprender sobre temperatura, ao investigar fenômenos que envolvem termodinâmica, ele deve saber como ajudá-los a desenvolver os entendimentos e habilidades necessárias para coletar e interpretar dados de temperatura, como a leitura de um termômetro (MAGNUSSON *et al.*, 1999).

*Representações de conteúdo:* envolve o conhecimento sobre as diferentes formas de representar determinado tema (equações químicas, gráficos, estruturas bidimensionais, modelos concretos, analogias etc.) de forma a facilitar a aprendizagem dos estudantes sobre o mesmo.

*Compreensão dos estudantes:* inclui o conhecimento sobre as principais concepções alternativas e dificuldades de aprendizagem dos estudantes sobre o tema e as maneiras de lidar com elas.

*Estratégias Instrucionais:* envolve o conhecimento sobre quais estratégias instrucionais são mais úteis para promover a aprendizagem dos estudantes sobre o tema. Assim, o professor pode optar por conduzir uma aula a partir da experimentação, do trabalho em grupo, exposição etc.

A aprendizagem sobre reações químicas, por exemplo, requer que os estudantes compreendam os fenômenos a nível atômico-molecular (submicroscópico). O conhecimento profissional de tema específico sobre reações químicas envolve o

conhecimento sobre quais formas de representação podem ser mais apropriadas para facilitar a aprendizagem de estudantes, considerando que os mesmos podem apresentar particularidades e níveis de conhecimento diferentes sobre o tema. Alguns estudantes podem ser capazes de compreender fenômenos envolvidos em uma reação química, como a proporção estequiométrica, a partir de representações simbólicas, como a equação química, enquanto outros requerem um modelo concreto que represente este fenômeno para um melhor entendimento. Outro aspecto importante é que o professor conheça quais as principais concepções prévias dos estudantes e as concepções alternativas mais frequentes sobre esse tema, de modo a selecionar estratégias instrucionais eficazes. Por exemplo, um estudante que tenha a concepção de que as reações químicas ocorrem de forma compartimentalizada, isto é, que os reagentes encontram-se em recipientes separados dos produtos, pode apresentar dificuldades em compreender este fenômeno se o professor se detém na utilização apenas de equações químicas como forma de representação, uma vez que nestas reagentes e produtos encontram em lados opostos separados por uma seta.

No que se refere aos conhecimentos dos (futuros) professores sobre analogias, eles podem fazer parte tanto do conhecimento pedagógico quanto do conhecimento profissional de tema específico. No primeiro caso, estamos nos referindo aos conhecimentos sobre analogias enquanto estratégias de ensino, independentemente do tema abordado. Já no último caso, os (futuros) professores acessam analogias que tem o potencial de facilitar a abordagem e a compreensão dos estudantes sobre um determinado tema e, nesse sentido, elas fazem parte do conhecimento profissional de tema específico. Por exemplo, as concepções que os (futuros) professores apresentam sobre analogias e sobre seu uso no ensino (o que é uma analogia; qual o seu papel no ensino de Ciências; como elas se diferem de outros tipos de comparações etc.) estão relacionadas ao conhecimento pedagógico desses (futuros) professores. Por outro lado, uma analogia específica acessada pelos (futuros) professores como uma possível abordagem para discutir aspectos referentes às reações químicas está relacionada ao conhecimento profissional de tema específico.

No contexto de formação de professores, uma vez que esta categoria de conhecimentos influencia e é influenciada pela base de conhecimento profissional do professor, situações formativas de dois tipos diferentes ocorrem com base em modelos dedutivos e indutivos. No primeiro caso, o professor formador poderia, por exemplo, discutir a perspectiva de aprendizagem construtivista por meio de seus aspectos gerais,

como a necessidade de se conhecer as ideias prévias dos estudantes e de engajá-los em estratégias que possibilitem a sua revisão de ideias e construção de conhecimento para, posteriormente, mover-se para exemplos específicos de atividades construtivistas sobre um determinado tema, como equilíbrio químico. No segundo caso, o formador poderia partir de exemplos específicos de atividades construtivistas para o ensino de equilíbrio químico, extraindo as principais características gerais de uma abordagem construtivista.

#### **2.1.4.3 A transformação dos conhecimentos das bases nas situações de ensino**

Como discutido, os conhecimentos das bases não são transpostos de forma mecânica para as situações de ensino. Eles passam por amplificadores e filtros dos (futuros) professores (GESS-NEWSOME, 2015b) que são constituídos por suas orientações para o ensino de Ciências, conhecimento prévio e contexto de atuação. Todos estes aspectos possibilitam que os (futuros) professores selecionem os conhecimentos que serão de fato utilizados e transformados em seu ensino. Cada um deles é discutido a seguir.

*Orientações para o ensino de Ciências* referem-se às crenças gerais dos (futuros) professores sobre três aspectos: os processos de ensino e aprendizagem de Ciências; os objetivos e propósitos do ensino de Ciências; e a natureza da ciência (FRIEDRICHSEN *et al.*, 2011).

Essas crenças parecem ser influenciadas, sobretudo, por aquilo que Diniz-Pereira (2011a) chamou “referências experienciais”: práticas sociais que foram construídas pelos (futuros) professores ao longo de sua trajetória de vida, antes, durante e depois de estes ingressarem na formação acadêmico-profissional. Incluindo, por exemplo, as experiências relacionadas à sua escolarização ou aquelas em que eles assumem a condição de docente.

As crenças sobre os *processos de ensino e aprendizagem de Ciências* incluem: os papéis do professor e do estudante no ensino; como os estudantes aprendem Ciências; e, como ensinar ciência aos estudantes de forma que ela se torne atraente e compreensível a eles (FRIEDRICHSEN *et al.*, 2011).

Os *objetivos e propósitos para o ensino de Ciências* estão relacionados às concepções dos (futuros) professores sobre as metas ou funções da educação científica em geral (FRIEDRICHSEN *et al.*, 2011). As crenças dos (futuros) professores com relação a este aspecto podem estar associadas, por exemplo, aos três (ou focado em algum dos) objetivos que Hodson (1992; 2014) apontou para o ensino de Ciências. São

eles: aprender ciência - envolve a aquisição e desenvolvimento de conhecimentos teóricos e conceituais produzidos pela ciência; aprender sobre ciência - envolve a compreensão sobre o processo de produção científica; o papel e status do conhecimento gerado pela ciência; as circunstâncias sociais e intelectuais que permeiam o desenvolvimento de teorias científicas importantes; a defesa, análise e validação de ideias científicas; e as interações complexas entre ciência, tecnologia e sociedade; aprender a fazer ciência – envolve o desenvolvimento das habilidades de solucionar problemas por meio de investigação científica. Hodson (2014) acrescentou ainda um quarto objetivo: discutir questões sócio-científicas - desenvolver habilidades críticas para confrontar aspectos pessoais, sociais, econômicos, ambientais, étnicos e morais envolvidos nas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

As crenças dos (futuros) professores sobre *natureza da Ciência* relacionam-se à forma como eles concebem os valores e suposições inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico (LEDERMAN, 1992; SCHWARTZ *et al.*, 2004). Lederman (1992) argumenta que os comportamentos do professor em sala de aula são significativamente influenciados por suas concepções sobre natureza da ciência e, ainda, que professores possuem uma variedade de concepções de diferentes níveis de complexidade e consistência lógica sobre este assunto.

Por meio de inter-relações entre esses três tipos de crenças que compõem *as orientações para o ensino de Ciências*, os (futuros) professores selecionam os novos conhecimentos, habilidades e práticas que serão empregados nas situações de ensino. Entre essas crenças existem algumas profundamente enraizadas, oriundas de suas vivências anteriores, as quais influenciam a forma com que eles atuam em sua preparação para e no ensino (TARDIF, 2002).

Por exemplo, um (futuro) professor que acredita, devido aos conhecimentos que desenvolveu e aos contextos de ensino e aprendizagem anteriores, que a aprendizagem dos estudantes ocorre de maneira mais efetiva quando eles são engajados em processos sociais de aprendizagem nos quais eles interagem entre si negociando significados (LEMKE, 2001), pode pautar seu ensino em abordagens que se apoiem na perspectiva sociocultural. Por outro lado, se um (futuro) professor tiver vivenciado experiências de escolarização centradas essencialmente em aulas expositivas, ele pode acreditar que a aprendizagem ocorre no plano individual, de forma que a interação entre os estudantes pode ser relegada a um segundo plano.

De forma semelhante, um (futuro) professor que atribui ao ensino de Ciências o objetivo exclusivo de facilitar o entendimento dos conceitos científicos, provavelmente estará pouco interessado em envolver os estudantes em práticas similares àquelas vivenciadas por cientistas na construção da ciência, nem tampouco que eles discutam sobre as formas como o conhecimento científico é produzido e validado. Para esse (futuro) professor, provavelmente, as questões relacionadas ao fazer científico não perpassam o (ou não são relevantes ao) currículo de Ciências, o que também pode levá-lo a considerar a avaliação da aprendizagem dos estudantes sobre tais aspectos, irrelevante. Por outro lado, para um (futuro) professor que tenha conhecimento sobre os três objetivos apontados por Hodson (1992) para o ensino de Ciências, o conhecimento do currículo de Ciências estará pautado não só no conhecimento científico, mas também em como ele se desenvolve. Por exemplo, um (futuro) professor de química pode atribuir grande significado ao ensino dos diferentes modelos atômicos e as distinções entre cada um deles, mas também às questões relacionadas à produção e validação destes modelos na ciência. Além disso, a compreensão dos estudantes sobre tais aspectos torna-se para ele um importante aspecto a ser conhecido e avaliado.

Adicionalmente, as crenças do (futuro) professor sobre natureza da ciência podem influenciar a forma como ele atua para alcançar os objetivos do ensino de Ciências que ele tem em mente. Por exemplo, um (futuro) professor de química que atribua grande importância apenas ao produto final da produção científica em detrimento do processo vivenciado até a construção daquele conhecimento, ao ensinar modelos atômicos possivelmente se limitará a discutir com os estudantes apenas as características de cada modelo, ignorando os contextos históricos, culturais e sociais nos quais eles foram desenvolvidos.

Além disso, os aspectos afetivos do (futuro) professor, tais como motivação e insatisfação também podem influenciar o que ele decide implementar na prática atuando como amplificador ou filtro. Por exemplo, os professores novatos aplicam novos conhecimentos e habilidades de forma diferente no ensino se comparados aos professores experientes (BORKO; LIVINGSTON, 1989 apud GESS-NEWSOME, 2015b). Enquanto professores veteranos podem participar de oportunidades de desenvolvimento profissional e adquirir novas ideias e habilidades com a prática, os professores iniciantes podem se prender tanto a questões relacionadas à gestão de sala de aula que suas intenções de levar novas práticas para a sala de aula ficam relegadas a um segundo plano (GESS-NEWSOME, 2015b).

Em suma, esses conhecimentos e crenças moldam as decisões de instrução sobre questões como objetivos de ensino, o conteúdo das tarefas dos estudantes, o uso de livros didáticos e outros materiais curriculares, e a avaliação da aprendizagem do estudante (MAGNUSSON *et al.*, 1999). É justamente por estes motivos que acreditamos que essa categoria assume grande importância para selecionar os conhecimentos e habilidades que irão ser transformadas nas situações de ensino vivenciadas pelos futuros professores e que, posteriormente, irão compor seu PCK.

Acreditamos que a formação acadêmico-profissional pode assumir o importante papel de modificar certas *orientações para o ensino de Ciências* do professor, ainda que muitas vezes as crenças que as constituam sejam bastante enraizadas. Discussões e práticas reflexivas estabelecidas no desenvolvimento das bases de conhecimento, fundamentadas em pesquisas do campo da Educação, Psicologia, História e Filosofia da Ciência, por exemplo, podem auxiliar neste processo de mudança ao evidenciar para os (futuros) professores o que tem sido considerado ou não uma boa prática de ensino de Ciências, porque isso ocorre, como a ciência é construída e os principais objetivos do ensino de Ciências voltado para a formação de cidadãos letrados cientificamente.

Além disso, quando os futuros professores trabalham em conjunto compartilhando diferentes pontos de vista, eles têm a oportunidade de refletir sobre seus conhecimentos e crenças, o que pode ocasionar a modificação de certas orientações para o ensino de Ciências. Assim, a (preparação para) a prática docente, com a inserção dos (futuros) professores no seu campo de atuação pode contribuir para modificar essas orientações, na medida em que aprimora os seus CPPF. Isso porque a experiência de ensino pode provocar um efeito de retomada crítica dos saberes adquiridos antes ou fora da prática profissional, permitindo assim aos (futuros) professores rever, julgar e avaliar estes saberes (TARDIF, 2002), os quais incluem suas orientações para o ensino.

Por isso, a vivência da articulação teoria-prática é primordial ao longo da formação acadêmico-profissional. Ela propicia a reflexão crítica dos futuros professores sobre seu ensino, sua profissão e os aspectos sociais e políticos que os influenciam, de modo que esses possam reformular as bases de conhecimentos e seus amplificadores e filtros. Isso porque, como discutido, a prática docente não é somente um espaço de aplicação de saberes provenientes da teoria, mas também um espaço de produção de saberes provenientes dessa mesma prática (TARDIF, 2002).

Esse processo de produção de saberes a partir da prática docente pode ser potencializado se a reflexão dos futuros professores ultrapassar a barreira dos indivíduos

configurando um processo de reflexão conjunta em que um apoia o crescimento do outro enquanto profissional (ZEICHNER, 2008). Essa reflexão pode potencializar o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais dos futuros professores como evidenciado no estudo de caso discutido na seção “Resultados e Análise”.

Neste trabalho, nosso foco nos conhecimentos profissionais de futuras professoras de Química sobre analogias e seu uso no ensino se justifica pelas evidências obtidas com base na literatura da área de que os professores têm apresentado várias dificuldades no uso e elaboração de analogias destinadas ao ensino de Ciências (por exemplo, TREAGUST *et al.*, 1992; OLIVA; ARAGÓN, *et al.*, 2001; MOZZER; JUSTI, 2015). Essas dificuldades podem privá-los de utilizar adequadamente as analogias e de explorar as vantagens associadas ao uso das mesmas no ensino (por exemplo: facilitar a compreensão de conceitos, desenvolver a imaginação e a criatividade, inserir os estudantes em práticas de elaboração e crítica de analogias, semelhantes às científicas, entre outras discutidas ao longo da próxima seção).

As dificuldades dos professores com relação ao uso de analogias podem estar relacionadas à forma com que esses recursos têm sido discutidos nos cursos de formação de professores. Em estudos anteriores (OLIVEIRA, 2015; MOZZER *et al.*, 2016; OLIVEIRA; MOZZER, 2017) evidenciamos que, ao passarem por uma formação direcionada predominantemente à discussão de conhecimentos teóricos sobre analogias, os futuros professores apresentaram conhecimentos pouco satisfatórios sobre as mesmas. Nessa mesma direção, Nottis e Mcfarland (2001) apontam que os suportes fornecidos pelos cursos de formação de professores com relação aos conhecimentos sobre analogias não têm se mostrado muito eficientes.

Frente a essas evidências de pesquisa e à convicção de que futuros professores podem desenvolver conhecimentos mais efetivos *sobre analogias e sobre seu uso* no ensino de Ciências quando a articulação entre teoria e prática e a reflexão crítica fundamentam a sua formação, nosso segundo propósito neste trabalho é compreender as influências de um processo formativo sobre tais conhecimentos, expressos nos planejamentos e aulas de futuras professoras de Química. Na próxima seção, apresentamos os pressupostos teóricos relacionados às analogias que guiaram nosso trabalho.

## **2.2 ANALOGIAS E MODELAGEM ANALÓGICA**

Frequentemente nos deparamos com situações nas quais é necessário explicar

algo desconhecido ou de difícil compreensão para alguém. Nessas situações é comum recorreremos às comparações. Isso ocorre porque elas proporcionam o estabelecimento de semelhanças entre aquilo que se deseja compreender ou explicar e situações, objetos ou fenômenos conhecidos por nós e pelo nosso ouvinte, possibilitando a compreensão de novas ideias.

Expressões do tipo ‘é como se’, ‘é semelhante a’, ‘é parecido com’, são indicativos do estabelecimento de comparações e podem dar uma ideia do quanto elas são utilizadas, embora, muitas vezes, sejam elaboradas de forma tão espontânea e intuitiva que passam despercebidas.

As analogias constituem um tipo específico de comparação que se mostra especialmente importante quando se trata dos processos de ensino e aprendizagem de Ciências. Isso ocorre porque essas comparações possibilitam o estabelecimento de correspondências de relações de similaridade entre um domínio familiar, chamado de *análogo* e um domínio desconhecido ou pouco familiar, chamado de *domínio alvo*, os quais são semelhantes *estrutural* e/ou *funcionalmente*, independentemente das semelhanças e diferenças quanto aos atributos de objeto (propriedades descritivas como cor, tamanho etc.) que possam existir entre eles (GENTNER, 1983; 1989). O processo de correspondência de relações de similaridade entre os domínios comparados é conhecido como *mapeamento* e é de fundamental importância nesse tipo de comparação, por explicitar os aspectos comparados entre os domínios (GENTNER, 1989).

Devido a essas características, as analogias são importantes recursos cognitivos que permitem que as pessoas façam inferências e aprendam sobre novas situações e conceitos (GENTNER; HOLYOAK, 1997). De acordo com Gentner e Holyoak (1997) a “ilusão de familiaridade” que temos com relação a coisas ou eventos depende da capacidade da mente humana de encontrar – ou criar – similaridades entre experiências passadas e a situação presente. É essa capacidade de perceber as similaridades, fundamentada no raciocínio analógico, que permite a organização de objetos e eventos em categorias. Daí o papel central atribuído às analogias na aquisição de novos conhecimentos.

As relações de similaridade inerentes às analogias fazem destas uma ferramenta importante na resolução de problemas, construção de explicações e argumentos (GENTNER; HOLYOAK, 1997). Por isso, elas constituem um recurso frequentemente utilizado por cientistas na construção e divulgação de suas ideias (GENTNER, 1989;

CLEMENT, 2008b; NERSESSIAN, 2008a) e por pesquisadores, professores e autores de materiais instrucionais no ensino de Ciências (OLIVA; ARAGÓN, *et al.*, 2001; COLL, 2005; AUBUSSON *et al.*, 2006; GLYNN, 2008; RAMOS, 2017).

Ao longo desta seção discutimos as formas pelas quais analogias têm sido usadas nesses dois contextos, mas, inicialmente, apresentamos uma breve diferenciação entre estas e outros tipos de comparações e recursos didáticos, os quais, frequentemente, são alvo de confusões.

### **2.2.1 Distinções entre os tipos de comparações e outros recursos didáticos**

Para esclarecer as distinções entre os vários tipos de comparações, tomemos como exemplo a expressão “aquele homem é esperto como uma raposa”. Essa comparação associa características descritivas semelhantes dos domínios comparados. Isto é, possibilita a correspondência entre uma característica descritiva da raposa (esperta) e uma característica descritiva do homem (esperto). Esse tipo de comparação, na qual apenas atributos de objetos dos domínios comparados - ou seja, características descritivas ou sensoriais como cor, forma, tamanho etc. - são colocados em correspondência, é denominada comparação *de mera aparência* (GENTNER, 1983; 1989). Essas comparações pouco contribuem para a compreensão de aspectos que vão além das características superficiais comparadas.

Por outro lado, existem comparações que possibilitam, além de correspondências entre atributos similares de objetos, correspondências entre relações similares identificadas entre os domínios análogo e alvo. Esse tipo de comparação é denominado *similaridade literal* (GENTNER, 1983; 1989). Por exemplo, ao comparar os processos de fusão do ferro com o processo de fusão do gelo é possível colocar em correspondência: (i) o estado líquido de ambas as substâncias ao final do processo (atributo de objeto); (ii) a mudança de estado sofrida por ambas as substâncias devido à absorção de calor (relação); a reversibilidade de ambos os processos (relação).

Em contrapartida, nas analogias apenas predicados de relações de similaridade são mapeados entre os domínios. Um exemplo de analogia utilizada no ensino de Ciências é a analogia entre um conjunto de bolas de bilhar que sofrem choques permanentemente entre si e com as paredes da mesa de sinuca (análogo) e o comportamento dos gases (alvo). Nessa analogia são mapeadas relações, como: (i) as bolas de bilhar possuem energia como as partículas do gás; (ii) durante os choques, as bolas de bilhar podem mudar de direção (ricochetear) como ocorre com as partículas do

gás.

Para Gentner (1989), similaridade literal é como analogia, na medida em que ambas envolvem um alinhamento da estrutura relacional comum aos domínios. Contudo, como discutido acima, a diferença entre estes tipos de comparações está no fato de que, na analogia, somente predicados relacionais são compartilhados, enquanto que na similaridade literal tanto predicados relacionais quanto predicados de objeto são compartilhados entre os domínios.

De acordo com essa autora, o que existe entre analogia e similaridade literal é um *continuum* e não uma dicotomia como aquela existente entre as analogias e as comparações de mera aparência (GENTNER, 1989). No entanto, as correspondências entre atributos de objetos semelhantes são mais perceptíveis aos indivíduos do que as correspondências relacionais. Assim, é comum o estabelecimento de comparações de mera aparência entre aqueles que têm pouco conhecimento sobre as comparações. Pelo mesmo motivo, é mais comum entre os indivíduos a elaboração de uma comparação de similaridade literal, a qual advém de uma percepção global de similaridade (de objetos e de relações) do que uma combinação puramente relacional como uma analogia (RATTERMANN; GENTNER, 1998).

Por outro lado, quando o foco é o processo de ensino e aprendizagem de Ciências, as analogias são recursos mediadores mais desejáveis do que as demais comparações, porque para que um estudante compreenda ou elabore uma analogia, é necessário que ele vá além das características físicas compartilhadas pelos domínios comparados na busca pelas possíveis relações de similaridade que eles estabelecem entre si. Esse processo pode resultar na elaboração de representações mais abstratas e acuradas do conhecimento científico (MOZZER; JUSTI, 2015).

Analogias também são confundidas, frequentemente, com outros tipos de recursos didáticos, como os exemplos. Embora exemplos e analogias compartilhem a finalidade de tornar o não familiar mais familiar (TREAGUST *et al.*, 1992), os dois se diferenciam pelo fato de que as analogias estabelecem relações de similaridade explícitas entre os domínios envolvidos, enquanto os exemplos apresentam um domínio familiar que ilustra o conceito alvo em todas as suas características. Por exemplo, um raio não é *como* uma descarga elétrica; ele é um *exemplo* de uma descarga elétrica (GLYNN *et al.*, 1989).

Ao contrário dos exemplos, nos quais o domínio familiar ilustra todas as características do domínio alvo, as analogias (e outros tipos de comparações)

apresentam *limitações*<sup>9</sup>, isto é, aspectos em que o domínio análogo se difere do domínio alvo (HARRISON, 2008) e que, portanto, não devem ser comparados. No contexto de ensino, discutir as limitações da analogia é algo central tendo em vista que, caso essa discussão não ocorra, os estudantes podem desenvolver ou reforçar a ideia equivocada de que as representações científicas não apresentam limitações, isto é, que elas são cópias fiéis da realidade (HARRISON, 2008).

### 2.2.2 Analogias e Raciocínio Analógico na Ciência

Muitas vezes aconteceu na física de um avanço essencial ser alcançado através da elaboração de uma analogia consistente entre fenômenos aparentemente não relacionados... A associação de problemas resolvidos com os não resolvidos pode lançar luz sobre nossas dificuldades, sugerindo novas ideias. É fácil encontrar uma analogia superficial que realmente não exprima nada. Mas descobrir algumas características comuns essenciais, escondidas sob diferenças superficiais externas, para formar, nessa base, uma nova teoria bem-sucedida é um trabalho criativo importante (EINSTEIN; INFELD, 1967 apud CLEMENT, 2008b, p. 20).

A citação acima ilustra o importante papel que as analogias podem desempenhar na produção do conhecimento científico. Como destacam Einstein e Infeld, 1967 apud Clement (2008a), a elaboração de analogias é um processo essencialmente criativo, tendo em vista que exige o mapeamento de similaridades relacionais em detrimento das características superficiais que, a princípio, podem se mostrar mais perceptíveis entre os domínios alvo e análogo.

De um modo geral, os cientistas fazem uso de analogias com diferentes finalidades, como: resolução de problemas; desenvolvimento de modelos mentais; tentativa de explicar um conceito abstrato; comunicação de ideias e convencimento de um determinado público; geração de hipóteses; planejamento e projeto de experimentos; interpretação de resultados experimentais; modelagem de fenômenos e processos naturais e/ou tecnológicos (DUNBAR, 2000; DUNBAR; BLANCHETTE, 2001; COLL, 2005).

A importância atribuída às analogias na ciência pode estar relacionada, principalmente, ao papel central que as mesmas desempenham como fontes de ideia na elaboração de modelos (CLEMENT, 2008b). Nesse sentido, pesquisadores como Clement (2008a) e Nersessian (2008b) têm fornecido evidências de que o raciocínio analógico, como um recurso do pensamento humano, pode auxiliar e até mesmo

---

<sup>9</sup> Glynn (2008) utiliza a terminologia pontos “onde a analogia falha”, para se referir aos aspectos em que não há semelhanças entre os domínios comparados.

promover a descoberta e a criatividade dos cientistas na construção do conhecimento científico.

Antes de discutirmos em mais detalhes a elaboração e uso de analogias na ciência, julgamos conveniente compreender o significado de modelos, tendo em vista que eles desempenham o papel essencial de integração entre o pensamento e o trabalho científico e suas bases analógicas (OLIVA; ARAGÓN, 2009).

De uma forma geral, podemos afirmar que os modelos são artefatos humanos que apoiam o pensamento, os quais são materializados em algum modo de expressão (concreto, desenhos, diagramas, simulações, analogias etc.) que favoreça a sua manipulação em diferentes práticas epistêmicas (práticas relacionadas à produção do conhecimento científico) (KUNUTTILA, 2005 apud GILBERT; JUSTI, 2016). Uma entre as múltiplas práticas epistêmicas desempenhadas pelos modelos é a de representação de objetos, processos e ideias. Além da representação, o uso de modelos também é associado às práticas epistêmicas produtivas, ou seja, àquelas relacionadas a objetivos específicos ou questões científicas para os quais eles são produzidos. Por exemplo: realizar simplificações e idealizações; conceitualizar objetos ou processos imaginados ou não diretamente observáveis; apoiar argumentos, explicações e previsões (GILBERT; JUSTI, 2016).

Nesse sentido, os modelos assumem papel de destaque na ciência e podem ser considerados unidades básicas do raciocínio de cientistas (OLIVA; ARAGÓN, 2009). Ao considerarmos a importância dos modelos científicos torna-se evidente o papel do raciocínio analógico, uma vez que eles podem ser produzidos e testados com base em comparações relacionais (GILBERT; JUSTI, 2016).

Como mencionado, de acordo com Clement (2008b), durante o processo de elaboração de modelos por cientistas (e também por estudantes) as analogias podem atuar como *fontes de ideias*. Essas ideias se tornam cada vez mais elaboradas na medida em que são incorporadas ao modelo, possibilitando também a reformulação destes. Em consonância com as ideias de Clement (2008b) e Nersessian (2008b), acreditamos que as analogias podem ser fontes de modelos, e esse é um dos motivos pelos quais elas assumem papel central na produção do conhecimento científico. Contudo, é importante ressaltar que o modelo não é uma analogia e que as relações entre o modelo e a fonte a partir da qual ele é elaborado não podem ser todas representadas por meio de uma analogia (GILBERT; JUSTI, 2016).

Frente aos aspectos discutidos até o momento, os quais evidenciam a importância das analogias na ciência, discutimos a seguir os processos pelos quais os cientistas elaboram e usam analogias.

### ***2.2.2.1 Elaboração de analogias por cientistas***

A elaboração de analogias por cientistas perpassa aspectos comuns do raciocínio analógico, destacados pela Psicologia Cognitiva. Nesse sentido, Gentner e Holyoak (1997) discutem que o raciocínio analógico pode ser decomposto em cinco subprocessos básicos:

- *Acesso*: um ou mais análogos relevantes devem ser acessados da memória;
- *Mapeamento*: identificação das correspondências sistemáticas entre os domínios alvo e análogo e alinhamento das partes correspondentes de cada domínio;
- *Inferências*: o resultado do mapeamento permite que inferências sobre o domínio alvo sejam feitas;
- *Avaliação*: as correspondências estabelecidas entre os domínios e as inferências sobre o alvo necessitam ser avaliadas quanto à pertinência das mesmas. Nesse processo, podem ser necessárias adaptações/reformulações frente aos requerimentos únicos do alvo, sanando possíveis falhas no entendimento;
- *Generalização*: extensão das inferências a todos os casos em que elas possam ser aplicadas. Como consequência de inferências produtivas, novas categorias e esquemas podem ser gerados, novas instâncias podem ser adicionadas à memória e novas compreensões de antigas instâncias e esquemas podem ocorrer.

Devido à complexidade envolvida no processo de construção de conhecimento científico, vários análogos podem ser acessados pelos cientistas na tentativa de encontrar o análogo apropriado ao alvo que o cientista almeja representar (CLEMENT, 2008c; a); ou ainda, o análogo necessita ser criado na tentativa de representar um alvo completamente desconhecido (NERSESSIAN, 2008b). Assim, os subprocessos acima não ocorrem de forma linear, porque a elaboração de analogias na ciência envolve características específicas ao contexto de produção de conhecimento científico.

Ainda que tal especificidade ocorra, May *et al.* (2006) discutem algumas etapas gerais da elaboração de analogias por cientistas, nas quais os subprocessos do raciocínio analógico descritos anteriormente estão envolvidos. Essas etapas gerais foram discutidas pelos autores com base nas ideias de importantes pesquisadores que se

dedicam a investigar os processos de elaboração de analogias, tais como: Gentner (1983); Clement (1988); Duit (1991); Nersessian (1992).

Segundo May *et al.* (2006), os cientistas buscam *compreender o análogo* acessado ou criado, confirmando seu entendimento sobre esse domínio, independentemente dos propósitos pelos quais a analogia é elaborada. De acordo com os autores, isso destaca uma das atividades analíticas importantes dos cientistas: *validar a analogia*. Para a validação da analogia os cientistas necessitam também mapear a relações de similaridade existentes entre os domínios comparados.

Os cientistas também devem *criticar* a analogia elaborada e *determinar as suas limitações*. Para isso, é preciso que eles avaliem as similaridades e as diferenças entre os domínios alvo e análogo comparados. Como consequência dessa etapa de crítica, a analogia proposta pode ser *refinada* ou uma nova analogia proposta. Esse processo pode culminar na *síntese de conhecimentos abstratos* ou princípios gerais.

Nersessian (2008a) denomina *modelagem analógica* o processo de elaboração, crítica e reformulação de analogias na tentativa de explicar um alvo genuinamente novo, o qual pode levar à produção de modelos cada vez mais aperfeiçoados. Ela ilustra esse processo a partir do caso histórico de Maxwell, que elaborou e refinou modelos para o conceito de campo eletromagnético, até então desconhecido naquela época, por meio da criação e refino de analogias. Ao longo desse processo, inferências e abstrações foram realizadas e avaliadas por ele com base nas analogias criadas e em seu conhecimento cada vez mais refinado sobre o alvo, resultando na derivação das leis matemáticas do campo eletromagnético. Além de destacar o papel das analogias na produção de modelos cada vez mais aperfeiçoados, Nersessian (2008a) também comenta sobre a importância das analogias elaboradas por Maxwell na comunicação de suas ideias para a comunidade científica.

Considerando a importância do processo de elaboração de analogias e modelos na ciência, acreditamos que o uso destes recursos no ensino de Ciências com função criativa (ou seja, quando os estudantes elaboram suas próprias analogias e modelos para explicar objetos, processos ou ideias) pode contribuir não só para a aprendizagem de conceitos, mas também para que os estudantes desenvolvam concepções coerentes sobre a ciência e sobre as práticas científicas, assim como algumas das habilidades importantes envolvidas na produção de conhecimento científico, como discutido na próxima seção.

### 2.2.3 Analogias e Modelagem Analógica no Ensino de Ciências

Nos últimos anos, particularmente durante os anos 80 e início dos anos 90, surgiu um número considerável de pesquisas com o objetivo de avaliar a eficácia de analogias como uma estratégia de ensino (OLIVA; ARAGÓN, *et al.*, 2001). Contudo, como destacado por Duit (1991), estes trabalhos não levaram a resultados claros, uma vez que, enquanto alguns trabalhos apontavam para uma influência positiva das analogias na aprendizagem, outros não conseguiram fazer isso. Dessa forma, as analogias no ensino de Ciências podem ser consideradas como “facas de dois gumes” (GLYNN *et al.*, 1989), uma vez que, paralelamente às vantagens destacadas com relação ao seu uso, várias desvantagens podem ser associadas ao uso inadequado das mesmas.

#### 2.2.3.1 Vantagens e desvantagens atribuídas ao uso de analogias no ensino de Ciências

As analogias se mostram particularmente importantes no ensino de Ciências, visto que a maioria dos conceitos empregados nesta área – especialmente na química – é de natureza abstrata, isto é, sua compreensão requer que os estudantes sejam capazes de construir representações mentais adequadas ao seu entendimento. Isto justifica a comparação entre estes conceitos e algo mais familiar aos estudantes para facilitar sua compreensão. Nessa perspectiva, analogias podem ser utilizadas como potencial recurso didático no ensino de conceitos científicos (OLIVA, 2004).

Contudo, essa é apenas uma das vantagens atribuídas ao uso de analogias no ensino de Ciências. Entre as vantagens comumente apontadas pela literatura da área destacamos que as analogias podem: auxiliar no desenvolvimento da criatividade e da imaginação; promover a construção de um pensamento mais abrangente e interligado; melhorar a autoestima e outros fatores motivacionais; facilitar o entendimento e/ou a visualização de conteúdos abstratos; motivar o interesse dos estudantes; facilitar o acesso aos conhecimentos prévios e/ou concepções alternativas dos estudantes; ser utilizadas na resolução de problemas, na elaboração de hipóteses e previsões com relação ao domínio alvo; desenvolver uma consciência metacognitiva nos estudantes (GLYNN *et al.*, 1989; DUIT, 1991; DAGHER, 1994; OLIVA, 2004; ORGILL; BODNER, 2004; COLL, 2005), entre outros.

Para que as analogias possam atuar como mediadoras nos processos de ensino e aprendizagem, promovendo as vantagens mencionadas anteriormente é necessário que as mesmas sejam utilizadas de forma adequada. Caso contrário, elas podem dificultar

ainda mais a aprendizagem dos estudantes. Entre os riscos inerentes ao uso indiscriminado das analogias no ensino, destacamos as possibilidades de os estudantes: não serem familiares ao análogo selecionado (algo que contraria a própria definição de analogia); fazerem uso mecânico das analogias fornecidas, citando apenas o análogo como se este falasse por si só; imaginarem que a analogia permite a elaboração de uma representação completa do alvo; desenvolverem um conhecimento superficial sobre o alvo (DUIT, 1991; OLIVA; ARAGÓN *et al.*, 2001; ORGILL; BODNER, 2004).

A literatura da área sugere que as dificuldades acima podem estar relacionadas ao fato de que, na maior parte das vezes em que as analogias são empregadas no ensino, sua utilização não se difere da mera transmissão/recepção de conhecimentos já elaborados (OLIVA; ARAGÓN *et al.*, 2001). Nesse sentido, muitas das dificuldades apresentadas acima podem estar associadas aos contextos nos quais os domínios alvo e análogo são fornecidos aos estudantes e em que, muitas vezes, se espera que eles, por si só, reconheçam as relações de similaridade almejadas pelo professor (*paradigma da recepção*) (BLANCHETTE; DUNBAR, 2000). Se por um lado, o uso de analogias conforme o *paradigma da recepção* pode ser eficaz para elucidar conceitos de difícil compreensão para os estudantes, por outro, ele pode gerar dificuldades na aprendizagem, quando os professores não promovem a participação dos estudantes na discussão da analogia e não explicitam quais aspectos dos domínios alvo e análogo podem ser comparados e quais são os aspectos diferentes entre eles. Nesse processo, os estudantes podem desenvolver uma visão distorcida do conhecimento a ser explicado, isto é, compreensões equivocadas dos conceitos científicos.

Sob essa perspectiva, o objetivo de ensino esperado pelo professor nem sempre é alcançado, uma vez que a base de conhecimentos dos estudantes se difere daquela a partir da qual professores e cientistas estabelecem as relações de similaridade (WILBERS; DUIT, 2006). Quando ocorre uma inadequada interpretação das comparações elaboradas pelo professor, os estudantes podem estabelecer comparações de mera aparência (aquelas em que somente propriedades descritivas dos domínios são colocadas em correspondência (GENTNER, 1989)) e similaridades literais se, além das características superficiais, os estudantes forem capazes de colocar em correspondência relações entre os domínios (GENTNER, 1989; RATTERMANN; GENTNER, 1998).

Por outro lado, a elaboração de analogias pelos próprios estudantes sob o *paradigma da produção* (BLANCHETTE; DUNBAR, 2000), tem sido reconhecida por alguns autores (WONG, 1993; OLIVA; ARAGÓN *et al.*, 2001; SPIER-DANCE *et al.*,

2005; OLIVA; ARAGÓN, 2009; MOZZER; JUSTI, 2012) como uma estratégia mais desejável para a utilização de analogias no ensino. Esse paradigma fundamenta-se na *função criativa* das analogias, destacada por Glynn (1989), segundo a qual, para além de facilitar o entendimento conceitual (função explicativa), as analogias podem auxiliar na resolução de problemas, identificação de novos problemas e na elaboração de hipóteses. De maneira geral, o sucesso de atividades elaboradas sob o paradigma da produção está associado aos fatos de os estudantes terem oportunidades de estabelecer relações de similaridade que fazem sentido para eles e de vivenciarem práticas semelhantes às científicas (MOZZER; JUSTI, 2015).

Mozzer e Justi (2012) e Clement (2008b) evidenciaram que estudantes podem vivenciar alguns dos subprocessos do raciocínio analógico de especialistas (professores ou cientistas) - especialmente, acesso e mapeamento - quando elaboram suas próprias analogias. Entretanto, outros subprocessos como o estabelecimento de inferências, a avaliação crítica de suas analogias e a generalização das relações analógicas estabelecidas, não são observados entre estudantes. Isso ressalta a importância da orientação do professor nesse processo e, como destacado por Oliva, Aragón, *et al.* (2001), de que a construção de analogias por parte dos estudantes não se configure em um processo completamente autônomo.

Nesse sentido, ressaltamos a necessidade de que o professor esteja preparado para atuar como guia do raciocínio analógico dos estudantes durante a elaboração e refino de suas próprias analogias. Entretanto, trabalhos como os de Nottis e McFarland (2001) evidenciam que os suportes fornecidos pelos cursos de formação de professores com relação aos conhecimentos sobre analogias não têm se mostrado muito eficientes. Talvez, sobretudo por esse motivo, futuros professores que passam por uma formação sob o paradigma da recepção apresentem dificuldades no uso criativo desses recursos didáticos (OLIVEIRA, 2015; MOZZER *et al.*, 2016; OLIVEIRA; MOZZER, 2017).

### ***2.2.3.2 O uso e elaboração de analogias por professores e futuros professores de Ciências***

Para que os professores sejam capazes de promover um ensino efetivo com uso de analogias, é necessário que eles reconheçam alguns aspectos destacados pela literatura da área como necessários para que as analogias sejam utilizadas adequadamente no ensino. Tais aspectos são discutidos a seguir e ilustrados com exemplos do próprio estudo de caso desenvolvido neste trabalho.

*O análogo deve ser suficientemente familiar aos estudantes ou ter sua familiaridade aumentada por meio de discussões* (GLYNN *et al.*, 1989; DUIT, 1991; THIELE; TREAGUST, 1994; TREAGUST *et al.*, 1998; NIEBERT *et al.*, 2012): de modo geral, este aspecto está relacionado à definição de analogias tendo em vista que a mesma consiste no estabelecimento de correspondências de relações de similaridade entre um domínio *familiar* e outro desconhecido (GENTNER, 1983; 1989). Nesse sentido, torna-se necessário que o domínio análogo seja, de fato, familiar aos estudantes e de fácil compreensão para eles (MOZZER; JUSTI, 2015). Caso contrário, a abordagem do tema pode ser prejudicada. Por exemplo, ao planejarem e desenvolverem uma aula sobre o tema racismo, as futuras professoras investigadas neste trabalho abordaram o tema a partir de uma analogia entre o comportamento de uma criança ao ser estimulada a manter ou não atos racistas e o comportamento de um ratinho ao ser estimulado por água e comida. Durante a aula, as futuras professoras gastaram um tempo considerável para explicar aos estudantes o domínio análogo, uma vez que este não era familiar aos mesmos (e pouco familiar até mesmo a elas). Os estudantes apresentaram dificuldades em compreender este domínio e suas relações com o domínio alvo.

*O domínio alvo deve ser novo e/ou de difícil compreensão para os estudantes* (DUIT, 1991; TREAGUST *et al.*, 1998): o uso de analogias é recomendado por estes autores para auxiliar no entendimento de conceitos muito abstratos, de difícil compreensão e/ou visualização. Caso contrário, o uso de analogias não se justifica. Por exemplo, durante a condução deste estudo, as futuras professoras planejaram e desenvolveram uma aula sobre aspectos introdutórios sobre o tema “soluções”. Essa temática envolve a compreensão de conceitos abstratos, como as interações entre as partículas de soluto e solvente. As futuras professoras compararam as interações entre as partículas com as forças atrativas e repulsivas que os ímãs exercem sobre outros materiais. Neste caso, o uso de analogias se mostrou uma ferramenta eficaz para auxiliar a visualização e a compreensão dos estudantes.

*A analogia deve, sempre que possível, se apresentar em associação com uma representação visual do análogo* (THIELE; TREAGUST, 1995; TREAGUST *et al.*, 1998; MONTEIRO; JUSTI, 2000): a representação visual do análogo é importante para aumentar a familiaridade dos estudantes com o mesmo. Se os estudantes não possuem uma imagem visual sobre o análogo, o raciocínio analógico pode ser limitado. Por exemplo, ao utilizarem a analogia com a teoria comportamental para explicar o racismo,

as futuras professoras demonstraram a preocupação com este aspecto ao reproduzirem um vídeo que ilustrava o comportamento do ratinho sob estímulo. Contudo, como se tratava de um análogo desconhecido pelos estudantes, eles apresentaram dificuldades em compreendê-lo, como mencionado anteriormente.

*As limitações das analogias devem ser exploradas com os estudantes* (GLYNN, 1991; THIELE; TREAGUST, 1994; VENVILLE, 2008; OLIVA; ARAGÓN, 2009): por ser um tipo de comparação, as analogias apresentam limitações, isto é, aspectos em que o análogo se difere do alvo (HARRISON, 2008; MOZZER; JUSTI, 2013). As discussões de tais aspectos são essenciais para evitar que os estudantes coloquem em correspondências aspectos que não são comparáveis entre os domínios, o que poderia gerar concepções alternativas. Além disso, discutir as limitações de uma analogia contribui para que os estudantes compreendam que o análogo não é uma “descrição verdadeira” do alvo (HARRISON; TREAGUST, 2006). Em ambos os exemplos mencionados anteriormente, as futuras professoras se preocuparam em discutir as limitações da analogia. No caso específico da aula sobre soluções, a discussão das limitações contribuiu não só para ressaltar os aspectos que não devem ser comparados entre os domínios, mas também para estimular os estudantes a pensarem em novas situações nas quais eles pudessem aplicar os conceitos aprendidos.

*A apresentação ou elaboração de uma analogia deve ser sempre um processo guiado* (DUIT, 1991; GLYNN, 1991; TREAGUST *et al.*, 1998; OLIVA; ARAGÓN, 2009; MOZZER, 2013): no caso de analogias explicativas elaboradas pelo professor ou constantes no livro didático, as relações analógicas devem ser explicitadas aos estudantes, assim como a discussão de suas limitações. Nas situações em que os estudantes estão envolvidos na criação de suas próprias analogias, torna-se necessário o acompanhamento por parte do professor, auxiliando-os no processo de identificação de correspondências e das limitações. Em nosso estudo, observamos a preocupação das futuras professoras com relação a este aspecto. Na primeira aula, as futuras professoras apresentaram aos estudantes a analogia. Durante a apresentação, elas explicitaram e discutiram as relações de similaridade e as limitações da analogia. Já na segunda aula, as futuras professoras propuseram que os estudantes elaborassem suas próprias analogias e os acompanharam ao longo de todo o processo, auxiliando-os no estabelecimento das relações de similaridade entre os domínios. Nesta aula, as futuras professoras também discutiram, com o auxílio dos estudantes, as limitações das analogias.

Apesar de todas essas recomendações para o uso de analogias no ensino, Mozzer e Justi (2015) apontam resultados de diferentes pesquisas da área que evidenciam que professores, frequentemente: não possuem um repertório bem preparado de analogias; apresentam analogias como algo pronto e acabado; selecionam análogos pouco familiares ou mais complexos que o alvo; confundem analogias com outros tipos de similaridade (por exemplo, comparações de mera aparência e similaridade literal) ou recursos didáticos; parecem desconhecer a importância da discussão das limitações de uma analogia.

Oliva, Aragón, *et al.* (2001) evidenciaram que muitas das dificuldades enfrentadas por professores ao utilizarem analogias podem estar associadas às crenças implícitas que os mesmos possuem com relação a estes recursos didáticos. Nesse sentido, os autores apontam que a maioria dos professores reconhece a utilidade das analogias no ensino de Ciências, assim como as dificuldades associadas ao uso das mesmas. Contudo, embora os professores estivessem cientes dessas dificuldades elas eram percebidas como intrínsecas à analogia e não ao uso que se faz das mesmas. Outra crença implícita apresentada pelos professores é a concepção de analogia como um "dispositivo" que deve ser aprendido em lugar de concebê-la como um processo. Além disso, os autores apontam a crença dos professores de que a analogia atua apenas completando lacunas na memória dos estudantes, em detrimento de concebê-la como um instrumento potencial para a construção de conhecimentos pelos próprios estudantes.

Em nossos trabalhos anteriores (OLIVEIRA, 2015; MOZZER *et al.*, 2016; OLIVEIRA; MOZZER, 2017) investigamos as concepções de futuros professores de química sobre analogias, em duas dimensões: (i) conhecimento declarativo: aquele constituído por proposições referentes a conceitos, teorias, fatos, objetos, processos etc. que pode ser expresso verbalmente ou por meio da escrita (ANDERSON, 1995). Por exemplo, definir analogias e apontar aspectos de uma boa analogia destinada ao ensino; e (ii) conhecimento procedimental: aquele que se constitui das habilidades cognitivas necessárias para realização de determinada ação (ANDERSON, 1995). Por exemplo, na elaboração de uma analogia o indivíduo ser capaz de estabelecer relações de similaridade estruturais e/ou funcionais entre o análogo selecionado e o alvo e de explicitá-las.

Nesses trabalhos, de modo geral, os futuros professores demonstraram compreender as analogias como um tipo de comparação, mas não apontaram aspectos

importantes que as caracterizam e diferenciam das demais comparações: as *relações de similaridade* entre os domínios e o *mapeamento explícito* dessas relações. Esses resultados evidenciaram um conhecimento declarativo pouco satisfatório sobre analogias. Isso ocorreu tanto entre os futuros professores que já haviam passado por uma formação teórica sobre analogias (com base em textos e pesquisas da área), quanto entre aqueles que ainda não haviam vivenciado essas discussões. Além disso, mesmo os poucos futuros professores que apresentaram concepções satisfatórias, quando foram solicitados a elaborar uma analogia para facilitar a compreensão de estudantes da educação básica sobre o tema reações químicas, não foram capazes de realizar essa tarefa. Estes elaboraram outros tipos de comparações (*mera aparência* e *similaridade literal*) e recursos didáticos, como os *exemplos*.

Estas evidências nos levaram a concluir que um foco quase que exclusivo no desenvolvimento do conhecimento declarativo sobre analogias durante a formação de professores pode não ser suficiente para que eles desenvolvam um conhecimento procedimental satisfatório e para que utilizem analogias de forma apropriada no ensino de Ciências.

Diante das dificuldades enfrentadas por professores e futuros professores com relação ao uso e elaboração de analogias destinadas ao ensino, algumas estratégias instrucionais foram desenvolvidas para auxiliá-los nesta tarefa, como discutido a seguir.

### ***2.2.3.3 Estratégias instrucionais que orientam o uso de analogias por professores***

Uma das estratégias instrucionais mais utilizadas na área é o modelo TWA (“Teaching with Analogies”), desenvolvido por Glynn (1991) para orientar os professores na proposição e utilização de analogias destinadas ao ensino.

No TWA, Glynn enfatiza que, quando o professor propõe uma analogia direcionada ao ensino de Ciências, é necessário que ele acompanhe a compreensão dos estudantes com relação à analogia elaborada, para garantir interpretações adequadas. Neste sentido, seu modelo contém orientações divididas nos seguintes estágios:

1. *Introduzir o conceito alvo*: realizar uma explicação inicial sobre o alvo a ser ensinado;
2. *Recordar com os estudantes o que eles sabem sobre o conceito análogo*: garantir que o domínio análogo seja familiar aos estudantes;
3. *Identificar características relevantes do alvo e do análogo*: discutir as principais características desses domínios;

4. *Mapear as similaridades*: estabelecer as correspondências de similaridades entre os domínios.
5. *Tirar conclusões sobre o alvo*: extrair informações importantes sobre o domínio alvo;
6. *Indicar as limitações da analogia*: discutir os pontos em que não há semelhança entre os domínios alvo e análogo.

Entre as vantagens do TWA destacamos a preocupação do autor em assegurar que os estudantes compreendam o domínio análogo (“recordar com os estudantes o que eles sabem sobre o conceito análogo”) e que eles comparem adequadamente os aspectos colocados em correspondência entre o análogo e o alvo. Esta última preocupação torna-se evidente a partir das orientações de que primeiro se identifique as características relevantes do alvo e do análogo e, somente depois, as correspondências sejam estabelecidas (mapeamento).

Embora seja um guia importante quando se trata de auxiliar os professores na elaboração e utilização de analogias destinadas ao ensino de Ciências, o TWA tem sido alvo de críticas, principalmente devido ao grande número de etapas que o constitui. De acordo com Harrison e Treagust (2006), em uma situação real de ensino, professores podem se esquecer de abordar uma ou mais etapas. Nesse sentido, Treagust *et al.* (1998) propuseram o guia FAR (“Focus-Action-Reflection”), com base em pesquisas realizadas com professores.

O guia FAR é constituído por três etapas que visam melhorar a apresentação e interpretação de analogias por professores:

1. *Foco*: estar certo sobre o que os estudantes sabem e sobre o objetivo do uso da analogia;
2. *Ação*: garantir que os estudantes estejam familiarizados com o análogo e propiciar espaço para discussões das similaridades e das diferenças entre os domínios;
3. *Reflexão*: refletir sobre a utilidade da analogia frente o objetivo de ensino e os resultados alcançados.

Os modelos TWA e FAR parecem ser ferramentas úteis quando se trata de auxiliar o professor em como apresentar uma analogia aos estudantes e ajudá-los a interpretá-la. Além disso, ambos compartilham da preocupação de explicitar o mapeamento das correspondências, assim como as limitações da analogia. Apesar dessas vantagens, estes modelos apresentam uma característica que pode privar os

estudantes de alguns benefícios das analogias: o fornecimento do domínio análogo. Esta limitação está não só na possibilidade de que o estudante tenha pouca familiaridade com o análogo fornecido, mas também na limitação da criatividade do estudante a qual seria favorecida pela diversidade de domínios análogos que coexistiriam em uma atividade de elaboração de analogias (MOZZER; JUSTI, 2015).

Nesse sentido, consideramos que ambos, TWA e FAR, não apresentam indicações sobre como eles poderiam ser adaptados para auxiliar o professor como guia do raciocínio analógico dos estudantes quando estes elaboram suas próprias analogias no contexto de ensino. Somando-se a este aspecto, nos remetemos novamente às dificuldades enfrentadas por professores e futuros professores com relação à elaboração e uso de analogias voltadas para o ensino de Ciências, para apoiar nosso argumento de que novas estratégias precisam ser desenvolvidas nos cursos de formação de professores para proporcionar-lhes um conhecimento mais elaborado sobre analogias e possibilitar-lhes explorar o seu uso criativo no ensino.

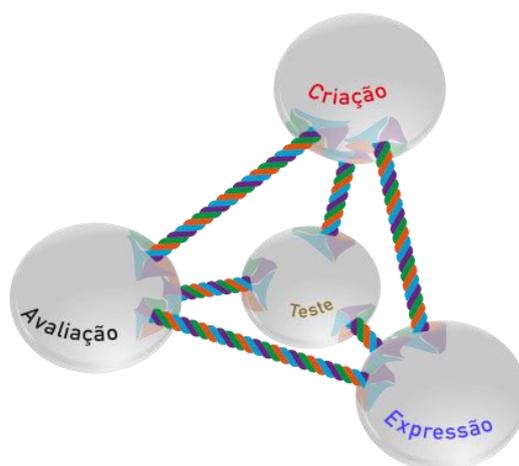
Para isso, seria essencial que os futuros professores pudessem vivenciar, durante sua formação, processos em que eles não só discutissem aspectos teóricos sobre analogias, mas também que pudessem analisar de forma crítica analogias prontas e discutir as formas como elas têm sido utilizadas no ensino de Ciências. Acreditamos que isso possibilitaria o desenvolvimento de uma visão mais abrangente sobre as potencialidades e limitações do uso desses recursos. Além disso, se estamos interessados que os futuros professores estejam aptos a explorar o uso de analogias conforme o paradigma da produção, devemos proporcionar-lhes ocasiões de elaboração e refino de suas próprias analogias durante seu processo de formação. Isso possibilitaria o desenvolvimento de habilidades apontadas por pesquisadores como Johnson-Laird (1989) e Nersessian (2008a) como necessárias à elaboração de analogias: imaginação, criatividade e abstração.

Uma proposta promissora neste sentido é a de modelagem analógica no Ensino de Ciências de Mozzer e Justi (2009), a qual conjuga a elaboração, crítica e revisão de modelos e analogias e encontra-se descrita na próxima seção. O envolvimento em atividades desse tipo pode propiciar o desenvolvimento de habilidades e compromissos epistemológicos (OLIVA; ARAGÓN, 2009); favorecer um conhecimento autêntico sobre ciência (COLL, 2005); favorecer a evolução na elaboração de comparações (SILVA; MOZZER, 2015).

### 2.2.3.4 Modelagem Analógica no Ensino de Ciências

Através de seus estudos sobre a maneira pela qual cientistas constroem, criticam e reformulam modelos na ciência – processo conhecido como Modelagem – Gilbert e Justi (2016) propuseram uma representação denominada *Modelo de Modelagem* (figura 5). Essa representação foi elaborada pelos autores na tentativa de caracterizar o complexo processo da modelagem científica, entendida como uma prática epistêmica, que ocorre a partir de ciclos recorrentes de *criação*, *expressão*, *testes* e *avaliação* de modelos.

Figura 5: Modelo de Modelagem.



Fonte: Gilbert e Justi (2016, p. 32).

A representação na forma de tetraedro, conforme observado na figura 5, indica que a modelagem científica é um processo cíclico e não-linear no qual as etapas que a constituem são dinâmicas e não ocorrem em uma ordem predeterminada, uma vez que ao girar a figura não há alterações entre seus vértices equidistantes. Além disso, as arestas do tetraedro são formadas por quatro fios retorcidos e de cores distintas representando os quatro processos cognitivos inerentes à modelagem científica: o raciocínio analógico; o uso de representações imagéticas; os experimentos mentais e a argumentação.

De maneira simplificada, as etapas que constituem a modelagem científica podem ser assim descritas: i) na etapa de *criação* modelos mentais são produzidos a partir da definição dos objetivos do modelo; das informações obtidas sobre a entidade a ser modelada (a partir da estrutura cognitiva prévia dos indivíduos e/ou de fontes externas); e da seleção de uma fonte para o modelo, ou seja, aspectos que serão usados para descrever a entidade modelada (por exemplo, analogias ou modelos matemáticos);

ii) na etapa de *expressão* o modelo mental produzido é expresso em alguma forma de representação (concreto, gráfico, analogias etc.); iii) a etapa de *teste* consiste em testar o modelo com relação ao seu poder explicativo, por meio de ‘experimentos mentais e/ou testes empíricos, ocasionando possíveis reformulações ou proposição de novos modelos; iv) na etapa de *avaliação* são levantadas a abrangência, ou seja, as situações nas quais o modelo se aplica e as limitações do modelo, levando-se em consideração os objetivos iniciais do modelo e sua utilização em outros contextos.

As similaridades existentes entre a modelagem científica e as etapas pelas quais cientistas elaboram e usam analogias, no que se refere à criação, expressão, crítica, reformulação e comunicação de modelos e analogias, e à importância do raciocínio analógico como processo cognitivo em ambos os processos, levaram Mozzer e Justi (2009) a adaptarem as etapas caracterizadas por Justi e Gilbert (2002); Gilbert e Justi (2016), de modo que elas possibilitassem a elaboração, crítica e revisão de modelos e analogias no ensino de Ciências. Para isso, Mozzer e Justi (2009) consideraram as etapas gerais que permeiam os processos de modelagem científica e analógica, nos quais modelos e analogias atuam como artefatos do pensamento humano. A partir da adaptação das etapas, a vivência dos subprocessos do raciocínio analógico identificados por Gentner e Holyoak (1997) é favorecida pelo professor ao longo das atividades fundamentadas na modelagem analógica. Essas atividades são planejadas para serem realizadas por estudantes trabalhando em grupo.

Três critérios guiaram a proposta de Mozzer e Justi (2009) na descrição das etapas da modelagem analógica destinadas ao ensino de Ciências: (i) modelos e analogias atuam como recursos de pensamento na tentativa de compreender a entidade modelada (domínio alvo); (ii) a criação, crítica e revisão de modelos e analogias são solicitadas de forma explícita aos estudantes ao longo das etapas da modelagem analógica; e (iii) os subprocessos do raciocínio analógico são favorecidos pelo professor, de maneira intencional, ao longo dessas etapas.

As etapas deste processo são assim descritas pelas autoras:

- *Criação*: nesta etapa definem-se os objetivos da analogia, ou seja, o que a analogia pretende descrever, explicar ou prever. Posterior ou simultaneamente, são proporcionadas aos estudantes experiências com o domínio alvo, a partir das quais eles obtêm informações iniciais sobre a entidade a ser modelada. Essas informações podem ser provenientes de observações diretas ou indiretas, da literatura ou das estruturas cognitivas dos estudantes. Paralelamente, seleciona-

se ou cria-se um análogo para descrever o alvo. Por fim, elaboram-se os modelos mentais, iniciando-se o estabelecimento das relações de similaridade entre o análogo e o alvo. Dessa forma, nessa etapa da modelagem analógica os estudantes podem vivenciar o subprocesso de *acesso*, a partir da elaboração ou seleção de possíveis análogos.

- *Expressão*: os estudantes devem expressar os seus modelos através de uma representação material, visual, matemática ou verbal e negociar uma representação consensual das ideias do grupo<sup>10</sup>. Nessas atividades, eles serão explicitamente solicitados a expressar a analogia elaborada a partir das ideias consensuais, destacando as correspondências de similaridades e as diferenças entre os domínios (limitações) - ou seja, aspectos que não devem ser comparados (HARRISON, 2008). Esta etapa permite que os estudantes avaliem a analogia e as possíveis inferências sobre a entidade modelada, realizadas por meio da comparação. Dessa forma, a etapa de expressão permite a vivência dos subprocessos de *mapeamento*, *inferência*, e de *avaliação*.
- *Teste*: os estudantes devem testar o seu modelo e a analogia elaborada. No caso dos modelos, os testes podem ocorrer a partir de experimentos mentais ou empíricos. No caso de identificação de possíveis incoerências no modelo proposto, os estudantes devem reformulá-lo ou propor um novo modelo. No caso das analogias, são realizados testes mentais envolvendo as similaridades e as limitações identificadas pelos estudantes. Se nessa etapa a analogia falhar, isto é, se as diferenças superarem as relações de similaridade entre os domínios comparados, ou se as relações analógicas não forem condizentes com os aspectos do alvo modelado, os estudantes devem reformulá-la ou propor uma nova analogia. Esta etapa da modelagem analógica pode favorecer que os estudantes vivenciem o *subprocesso de avaliação* ao criticarem novamente as correspondências entre as similaridades, as limitações da comparação e as inferências realizadas sobre o alvo. Caso haja reformulações ou criação de novos modelos e analogias os estudantes também podem vivenciar o estabelecimento de novas *inferências* sobre o alvo.
- *Avaliação*: caso os testes das analogias e modelos sejam bem sucedidos, segue a

---

<sup>10</sup> Inicialmente, mais de um modelo pode ser proposto como consequência da falta de consenso entre as ideias dos integrantes. Nestes casos, mais de uma analogia pode ser elaborada e entrar no processo de avaliação.

etapa de avaliação dos mesmos. Para isto, é necessária a proposição de situações que permitam aos estudantes avaliá-los com relação aos objetivos iniciais para os quais eles foram criados e/ou usá-los em outras situações. Aqui o objetivo é que os estudantes identifiquem a abrangência e as limitações dos modelos e analogias elaborados. Identificar a abrangência de uma analogia significa determinar quais os casos em que a analogia se aplica, enquanto que determinar as suas limitações, significa identificar aspectos do análogo e do alvo que não devem ser mapeados. Assim, esta etapa da modelagem analógica pode permitir que os estudantes vivenciem o subprocesso de *generalização* de inferências.

Pesquisas realizadas sobre essa temática (MOZZER; JUSTI, 2009; 2012; MOZZER, 2013; SILVA; MOZZER, 2015; ANDRADE; MOZZER, 2016) têm evidenciado que a modelagem analógica pode contribuir para que os estudantes construam conhecimentos cada vez mais coerentes com os conteúdos curriculares trabalhados, além de desenvolverem habilidades investigativas.

Para que isso ocorra é indispensável que o professor atue como guia do raciocínio analógico dos estudantes durante todo o processo, pois estudantes pouco experientes comumente se atêm às similaridades superficiais em detrimento das similaridades relacionais durante a elaboração de suas comparações (DUIT, 1991). Além disso, o professor pode favorecer a vivência de subprocessos do raciocínio analógico que nem sempre são vivenciados por eles de forma espontânea quando elaboram suas comparações, como os de avaliação, proposição de inferências e generalização (MOZZER; JUSTI, 2012). A importância do papel do professor em atividades de modelagem analógica é evidenciada no estudo de Andrade e Mozzer (2016) que aponta que os questionamentos realizados pelo professor foram peças chave para que os estudantes elaborassem modelos e analogias cada vez mais próximos dos conceitos científicos.

Apoiadas nas possíveis vantagens destacadas acima com relação às atividades de modelagem analógica e nas evidências de pesquisa que nos levaram a concluir que a formação de professores sobre analogias deve ir além da simples discussão de aspectos teóricos sobre as mesmas, propusemos um processo formativo no qual os futuros professores têm a oportunidade não só de compreender estes recursos, mas também de elaborar, criticar e reformular suas próprias analogias. Esse processo formativo visou, num sentido mais amplo, contribuir para o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais dos professores, sua integração e transformação por meio da articulação

entre teoria e prática. Para nos situar com relação a esses conhecimentos, nos baseamos no Modelo de Conhecimentos Profissionais de Professores de Ciências em Formação, discutido nos pressupostos teóricos deste trabalho.

Com base nesses pressupostos acreditamos que a condução dessa pesquisa tem o potencial de abrir possibilidades para se pensar a formação de professores de Ciências a partir de seus conhecimentos profissionais e, mais especificamente, de contribuir para se pensar no desenvolvimento dos conhecimentos dos futuros professores de Ciências sobre as analogias.

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGIA**

### **3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA**

O fenômeno educacional é situado dentro de um contexto social e inserido em uma realidade histórica, o que faz com que a educação seja uma realidade dinâmica e complexa que envolve a ação de inúmeras variáveis agindo e interagindo ao mesmo tempo (LÜDKE; ANDRÉ, 2015). Na tentativa de retratar essa realidade da forma mais fidedigna possível, optamos por uma abordagem qualitativa, porque neste tipo de pesquisa, a imersão do pesquisador no contexto de pesquisa interagindo com os participantes possibilita entender melhor o significado por eles atribuídos aos fenômenos em estudo e o foco de estudo pode ser progressivamente ajustado ao longo da investigação.

Interessada em compreender, de forma geral, como um processo formativo pode ter influenciado os conhecimentos desenvolvidos socialmente pelos futuros professores, neste estudo, a pesquisadora foi inserida no contexto de investigação ao longo de um semestre e coletou uma variedade de dados, apresentados de forma descritiva ao longo deste trabalho (ALVES, 1991; LÜDKE; ANDRÉ, 2015). Na análise desses dados objetivamos levar o leitor à compreensão do contexto e do processo vivenciado pelos futuros professores.

Dentre as diferentes formas que uma pesquisa qualitativa pode assumir, neste trabalho optamos pelo estudo de caso. Nossa opção pelo estudo de caso justifica-se pela possibilidade que ele nos oferece de entender um fenômeno em profundidade através da coleta e interrelação de vários tipos de dados (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 2000). Nesse sentido, levando em consideração que os conhecimentos em desenvolvimento das futuras professoras são influenciados por uma variedade de fatores, entendemos que a construção do estudo de caso poderia nos auxiliar na identificação desses conhecimentos e na interpretação das influências do processo formativo vivenciado sobre estes, de uma maneira completa e profunda.

De acordo com Cohen, Manion e Morrison (2011), o estudo de caso fornece um exemplo único de pessoas reais, em situações reais, permitindo que os leitores compreendam melhor os fatos. Esses autores apontam que, para a elaboração do caso, é importante levar em consideração a existência das múltiplas variáveis que operam em um único caso, o que requer mais de um instrumento de coleta de dados e muitas fontes de evidência.

Stake (2000) destaca que o estudo de caso como estratégia de pesquisa caracteriza-se justamente pelo interesse em um caso individual, entendido como um sistema delimitado cujas partes são integradas. Algumas características podem estar nos limites do caso, e outras fora, de forma que o pesquisador deve se atentar a este limite sem ignorar o contexto no qual o caso está inserido. Nesse sentido, a definição adequada do caso a ser estudado é um aspecto central na perspectiva deste autor.

Com base nesses pressupostos, delimitamos nosso caso, o qual se trata de uma dupla de futuras professoras de Química, da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), envolvidas em um processo formativo ao longo da disciplina Práticas de Ensino de Química I, ofertada pelo curso de Química Licenciatura daquela instituição. Neste estudo de caso, focamos nos planejamentos e nas aulas ministradas pelas futuras professoras a estudantes da educação básica de escolas públicas de Ouro Preto e Mariana. O estudo deste caso se configura em uma tentativa de compreendermos como o processo formativo vivenciado pode ter influenciado os conhecimentos profissionais das futuras professoras sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino, expressos no planejamento e desenvolvimento das aulas.

Nossa opção pela análise dos conhecimentos expressos no planejamento e nas aulas das futuras professoras se justifica porque, nessas situações, é possível acessarmos não só elementos dos conhecimentos desenvolvidos ao longo da formação, mas também a maneira pela qual as futuras professoras integram e transformam esses conhecimentos em contextos de ensino específicos.

### **3.2 CONTEXTO DA PESQUISA**

Essa pesquisa foi desenvolvida no contexto da disciplina Práticas de Ensino de Química I, do curso de Química Licenciatura, da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP-MG). A disciplina é ofertada no quinto período do curso em paralelo ao Estágio Supervisionado I, conforme apresentado na Matriz Curricular constante no Anexo 1. No semestre 2016-2, ela contou com um total de nove futuros professores matriculados.

As aulas da disciplina ocorreram no período noturno, em dois dias da semana, com duas aulas geminadas de 50 minutos cada. A escolha pela disciplina Práticas de Ensino de Química I ocorreu, principalmente, porque as discussões sobre analogias e outros aspectos importantes relacionados ao ensino de Química (ver Anexo 2) são usualmente introduzidas nessa disciplina. Além disso, a orientadora deste trabalho é professora da disciplina, o que facilitou o acesso ao campo de pesquisa.

Antes do início da disciplina, a pesquisadora e a professora formadora se reuniram para montar, de forma conjunta, o plano de ensino. Nesse planejamento, levamos em consideração a importância do desenvolvimento, integração e transformação dos CPPF a partir da articulação teoria-prática e da reflexão na preparação para a ação docente. Nesse sentido, ao longo de todo o processo foram previstas discussões nas quais os futuros professores pudessem refletir sobre os conhecimentos, desenvolvendo-os e (re)significando-os progressivamente. Além disso, buscamos favorecer a vivência de situações de ensino pelos futuros professores, nas quais eles pudessem planejar, desenvolver e refletir sobre o ensino de maneira conjunta, apoiando-se mutuamente.

A disciplina foi iniciada com a apresentação e esclarecimento aos futuros professores sobre as atividades a serem desenvolvidas, entre as quais destacam-se: leitura e discussão de texto sobre temas variados relacionados ao ensino de Ciências (por exemplo: contrutivismo e mudança conceitual; perspectiva sociocultural e noção de perfil conceitual; dificuldades dos estudantes ao aprenderem química; analogias e seu uso na ciência e no ensino de Ciências; modelos e seu uso na ciência e ensino de Ciências; obstáculos epistemológicos; currículo de Ciências); apresentação de seminários sobre diferentes concepções alternativas; elaboração e refino de analogias e modelos em grupo; elaboração e desenvolvimento de aulas destinada a estudantes da educação básica, entre outros. Essas atividades encontram-se descritas no anexo 2.

Ao longo do processo ocorreram dois eventos que ocasionaram a reformulação do cronograma. O primeiro deles foi a greve seguida de ocupação das universidades e escolas públicas em protesto contra a PEC 55/241, que propunha o congelamento, durante vinte anos, dos investimentos em várias áreas, incluindo educação e saúde; e contra a medida provisória de reformulação do Ensino Médio (MP 246), que propunha, entre outros aspectos: a oferta facultativa de algumas disciplinas nas escolas e a possibilidade de que profissionais de diferentes áreas do conhecimento, os quais não cursaram uma licenciatura, lecionem nas escolas. Ambas propostas pelo Ministério da Educação do governo de Michel Temer.

Esse evento fez com que o planejamento e desenvolvimento da aula 1 ministrada pelos futuros professores ocorresse nas escolas ocupadas e de acordo com os propósitos do movimento de ocupação de propiciar discussões sobre o cenário político vigente. O segundo evento foi a greve dos trabalhadores da rede estadual de ensino de Minas Gerais em protesto à reforma da previdência e em reivindicação ao cumprimento do acordo realizado anteriormente com o governo do estado com relação ao reajuste do piso salarial.

Esse ocorreu durante a fase de planejamento e desenvolvimento da aula 2 pelos futuros professores. Devido a este contexto, a aula 2 foi desenvolvida pelos futuros professores na semana em que a escola havia entrado em greve, o que fez com que poucos estudantes estivessem presentes na mesma.

Ambos os eventos influenciaram não só o cronograma da disciplina, mas também e de forma profunda essa pesquisa. Isso porque, o cenário de ensino vivenciado pelos futuros professores no período da ocupação se distancia de forma bastante acentuada do contexto real de uma sala de aula da Educação Básica. Isto influenciou no planejamento elaborado e no desenvolvimento das próprias aulas (artificialidade do contexto). No caso da aula 1, a artificialidade do contexto é evidenciada no fato de que os futuros professores deram as aulas para estudantes de várias séries do Ensino Médio e sobre temas que não são do domínio da Química. No caso da aula 2, essa artificialidade ocorreu devido ao número reduzido de estudantes que compareceram as aulas.

Apesar dos desafios destes eventos para a pesquisa, que resultaram em dificuldades adicionais das futuras professoras no planejamento, no desenvolvimento das aulas e na discussão da analogia elaborada, não tivemos tempo hábil para fazer um nova coleta de dados antes da data prevista para a defesa dessa dissertação, porque a disciplina Práticas de Ensino de Química I é ofertada anualmente. Assim, considerando que o início do semestre letivo de 2016/2 ocorreu em 12/09/2016 e seu término em 08/04/2017, a disciplina só seria ofertada novamente no segundo semestre letivo de 2017, que se inicia em 25/09/2017.

Realçamos que, embora os eventos descritos tenham impactado a pesquisa, tivemos evidências suficientes para responder as questões de pesquisa destacadas anteriormente. Além disso, os possíveis impactos desses eventos para os dados obtidos são discutidos ao longo da seção “Resultados e Análise” deste trabalho, como uma tentativa de preservar a transparência na pesquisa em Educação.

### **3.3 SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA**

Entre os nove futuros professores, uma já lecionava na educação básica em duas escolas da rede privada de ensino. Outros cinco participavam do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) no início da pesquisa. O restante, ainda não havia vivenciado nenhuma experiência de ensino na educação básica.

Para a seleção da amostra levamos em consideração, em primeiro lugar, a participação e frequência dos futuros professores ao longo da disciplina Práticas de Ensino de Química I. Além disso, como nosso interesse é investigar a influência do processo

formativo nos conhecimentos manifestados pelos futuros professores nas situações de ensino, julgamos conveniente selecionar futuros professores que ainda não haviam vivenciado nenhuma experiência de ensino na educação básica.

Com base nesses critérios, selecionamos uma dupla de futuras professoras para compor nosso estudo de caso. Com o objetivo de preservar a identidade das futuras professoras, optamos por dar-lhes nomes fictícios: Letícia e Joana. Ambas as futuras professoras participaram com empenho de todas as aulas da disciplina e ainda não haviam vivenciado nenhuma experiência de ensino na educação básica no início da pesquisa. No Estágio Supervisionado I, disciplina cursada em paralelo com a de Práticas de Ensino de Química I, elas passaram por um processo de planejamento de uma aula simulada, ministrada aos seus colegas de turma. Essa aula aconteceu após a elaboração e desenvolvimento da aula 1, na disciplina de Práticas.

Ambas as futuras professoras são jovens (Letícia e Joana têm, respectivamente, 21 e 25 anos de idade) e cursavam sua primeira graduação. Letícia possui curso técnico em Química, enquanto Joana possui curso técnico em Automação Industrial. As futuras professoras apresentavam bom rendimento acadêmico e cursavam a disciplina no período ideal do curso. Além disso, elas participavam de projetos de Iniciação Científica na área da Química.

Durante a fase de elaboração do planejamento 2, Letícia iniciou sua participação no PIBID. Apesar disso, sua participação no programa até o término do semestre letivo de 2016-2 se restringiu à observação das aulas da professora supervisora, ou seja, ela ainda não havia experimentado nenhuma situação de ensino naquele contexto.

Somando-se a estes aspectos, a escolha das futuras professoras também aconteceu em função da mudança significativa observada da primeira para a segunda situação de ensino vivenciadas pelas futuras professoras. As futuras profesoras planejaram e desenvolveram aulas com características bastante distintas nessas duas situações de ensino, o que forneceu-nos uma variedade de indícios da influência do processo formativo nos conhecimentos das mesmas.

### **3.4 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS**

Lüdke e André (2015) apontam a necessidade de uma variedade de instrumentos de coleta de dados com o intuito de retratar a realidade de forma completa e profunda e de representar os diferentes pontos de vista presentes no caso, possibilitando a interpretação do contexto em que o mesmo ocorreu. Com base nesses pressupostos, durante a coleta de

dados, fizemos uso da observação participante e utilizamos como instrumentos de coleta de dados: documentos, filmagens das aulas e entrevistas.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFOP e buscou atender a todos os preceitos de ética estabelecidos pelo mesmo. Antes do início das observações e filmagens ocorridas na disciplina, os futuros professores participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) no qual foram informados sobre a realização da pesquisa (Anexo 3). Além disso, o chefe do departamento de Química daquela universidade também assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 4) autorizando a realização da mesma.

Embora nosso foco estivesse nos conhecimentos expressos nos planejamentos e nas aulas das futuras professoras, para que pudéssemos compreender como o processo formativo vivenciado por elas pode influenciar esses conhecimentos, foi necessário o acompanhamento de todas as aulas da disciplina Práticas de Ensino de Química I. Durante todas as aulas a pesquisadora realizou observação participante. Nesse tipo de observação a identidade do pesquisador e os objetivos do estudo são revelados ao grupo pesquisado desde o início. Isso pode favorecer o acesso à uma variedade de informações a partir da cooperação do grupo estudado (LÜDKE; ANDRÉ, 2015).

No caso desse estudo, a pesquisadora acompanhou as aulas da disciplina participou das discussões dos textos e atividades realizadas, com o objetivo de contribuir para o processo formativo. Além disso, nas atividades realizadas de forma conjunta pelos futuros professores como, por exemplo, as de modelagem analógia e a elaboração dos planejamentos, ela buscou auxiliar os grupos/duplas esclarecendo dúvidas e dando orientações gerais que pudessem favorecer o processo.

A partir da aula introdutória sobre modelos todas as aulas da disciplina foram filmadas até o final. Isso foi feito porque a filmagem permite rever as situações ocorridas inúmeras vezes possibilitando ao pesquisador analisar o processo e aspectos que podem não ser percebidos apenas pela observação direta (BELEI *et al.*, 2008).

As atividades escritas sobre modelos e analogias, realizadas durante o processo, também foram recolhidas pela pesquisadora, compondo um repertório de documentos. Estes incluem: atividades de sondagem, atividades avaliativas realizadas em sala e em casa e o planejamento das aulas.

Além disso, foram realizadas entrevistas com todos os futuros professores que constituíam a turma, na tentativa de acessar seus pontos de vista sobre os processos vivenciados. Este instrumento de coleta de dados foi utilizado, porque ele permite que o

entrevistador obtenha respostas completas e complexas e esclarecimentos, os quais muitas vezes não podem ser acessados por outras técnicas de coleta de dados (COHEN *et al.*, 2011). Essas entrevistas foram registradas em áudio e em vídeo.

Embora a pesquisadora tenha acompanhado a disciplina como um todo, neste trabalho realizaremos uma análise detalhada dos planejamentos, aulas e entrevistas vivenciados pelas futuras professoras tendo em vista que nosso interesse está nos conhecimentos manifestados por elas nesses momentos. Apesar disso, sempre que necessário, a pesquisadora recorreu às filmagens e às atividades realizadas em outros momentos, para esclarecer determinados aspectos ou apoiar nossos apontamentos. Assim, os dados que permitiram a realização do estudo de caso foram obtidos, principalmente, por meio dos seguintes instrumentos:

### **3.4.1 Planejamento 1**

Como mencionado, no período de planejamento e desenvolvimento da aula 1, grande parte das escolas estava em greve e ocupadas devido ao protesto contra a PEC 55/241 e a MP 246. Diante deste cenário, as futuras professoras foram solicitadas a elaborar um planejamento de uma aula de 50 minutos, destinada a estudantes do Ensino Médio das escolas ocupadas, no qual elas abordassem um tema sociopolítico por meio de analogias. As futuras professoras realizaram o planejamento para a Escola Estadual de Ouro Preto.

Esse planejamento deveria contar com uma estruturação geral na qual estivessem presentes: a definição do objetivo da aula; a relevância de se trabalhar o tema; as características dos estudantes para os quais a aula foi proposta; e o detalhamento de cada evento da aula acompanhado do tempo destinado a cada um deles. Essa estruturação geral foi discutida pela professora formadora na aula em que ela solicitou aos futuros professores a elaboração do planejamento. Embora a professora formadora tenha explicitado os itens gerais que deveriam compor o planejamento, ela não forneceu um modelo que deveria ser seguido para a realização do mesmo.

Assim como os demais colegas, as futuras professoras apresentaram algumas dificuldades com relação à elaboração do seu primeiro planejamento, a saber: a definição da temática a ser abordada, a organização dos momentos da aula, a elaboração da analogia que seria utilizada para abordar o tema. Tais dificuldades podem estar relacionadas ao fato de que aquele era o primeiro planejamento realizado pela dupla. Somando-se a isto, o fato de serem solicitadas a dar uma aula sobre um tema fora de sua área de atuação, para estudantes que elas não conheciam, pode ter potencializado essas dificuldades. Para contornar essas

dificuldades, foram realizadas reuniões entre a professora da disciplina Práticas de Ensino de Química I e os futuros professores. Nessas reuniões, a professora formadora orientou os futuros professores com relação às dificuldades apresentadas pelos mesmos.

Durante a reunião, as futuras professoras chegaram ao consenso, com o auxílio da professora formadora, de que elas abordariam o tema racismo. Naquela reunião, as futuras professoras também elencaram aspectos gerais que estariam presentes na aula, como: os domínios alvo e análogo a serem comparados; as relações estabelecidas entre esses domínios e o uso do vídeo para introduzir o domínio análogo. Essa estruturação geral originou o planejamento que foi enviado posteriormente para a professora da disciplina e, após algumas pequenas alterações sugeridas por esta (como a revisão de uma das correspondências e das limitações estabelecidas pelas mesmas), resultou no planejamento final analisado neste trabalho (Anexo 5). As alterações sugeridas pela professora formadora ao longo do planejamento são discutidas em mais detalhes na seção “Resultados e Análise” deste trabalho.

### **3.4.2 Aula 1**

A turma para a qual as futuras professoras ministraram a aula era composta por, aproximadamente, vinte e cinco estudantes de diferentes séries do ensino médio. Alguns desses estudantes eram provenientes de outras escolas públicas da região e integravam o movimento de ocupação. Além desses, estudantes da própria escola, que não estavam participando do movimento de ocupação, também compunham a turma. Esses últimos estavam na escola devido a uma atividade avaliativa sobre racismo proposta pela professora da disciplina de filosofia. Após nosso convite, eles resolveram participar da aula.

A aula 1 foi acompanhada e registrada em vídeo pela pesquisadora e pela professora formadora. Elas buscavam sempre manter uma das filmadoras focadas nas futuras professoras e a outra nos estudantes, de forma a capturar a maior riqueza de detalhes possível.

### **3.4.3 Entrevistas 1 e 2**

A entrevista 1 ocorreu imediatamente após a aula e foi realizada pela pesquisadora e pela professora formadora. Nessa entrevista, as futuras professoras foram solicitadas a fazer uma apreciação geral sobre o processo de elaboração do planejamento e sobre a aula ministrada. Embora a entrevista não tenha ocorrido de

acordo com um roteiro estruturado, elas buscaram questionar as futuras professoras sobre aspectos gerais como: (i) quais as principais dificuldades enfrentadas no planejamento e desenvolvimento da aula; (ii) qual o papel do planejamento no ensino; e (iii) qual o papel que as analogias desempenharam na aula ministrada. De acordo com as repostas das futuras professoras, questões adicionais eram colocadas, incentivando-as a explicitar melhor seus pontos de vista.

A entrevista 2 foi realizada pela pesquisadora e também foi relacionada a aula ministrada pelas futuras professoras. Todavia, ela tinha um viés diferente da entrevista anterior, porque em lugar de fazermos questionamentos sobre a aula ministrada pelas futuras professoras, estávamos interessadas em compreender como aquela situação de ensino poderia ter promovido a reflexão das futuras professoras sobre o seu ensino. Nesse sentido, elas foram solicitadas a assistir ao vídeo da aula, pausando-o sempre que identificassem um *evento crítico*. Segundo Tripp (1992), evento crítico é uma situação que pode levar os futuros professores a refletir sobre seu ensino. Por exemplo, situações relacionadas à interação com os estudantes, ao tipo de atividade utilizada e às atitudes tomadas durante o ensino.

Quando as futuras professoras identificavam um evento crítico e comentavam sobre ele, a pesquisadora propunha questionamentos tentando compreender melhor o motivo pelo qual aquela situação promoveu uma reflexão nas futuras professoras. Além disso, nos casos em que a pesquisadora identificava aspectos importantes que não haviam sido percebidos imediatamente pelas futuras professoras, elas eram solicitadas a fazer uma análise crítica daquele episódio.

#### **3.4.4 Planejamento 2**

As futuras professoras foram solicitadas a elaborar um segundo planejamento para uma aula de 50 minutos, destinada a estudantes do segundo ano do Ensino Médio da Escola Estadual Dom Silvério, em Mariana. Nessa aula, as futuras professoras deveriam abordar aspectos introdutórios sobre o tema “soluções” por meio do uso de analogias e levar em consideração os aspectos discutidos ao longo da disciplina.

A seleção da escola ocorreu devido à facilidade de acesso ao campo de pesquisa, uma vez que uma das professoras de Química que leciona naquela escola participa do mesmo grupo de pesquisa que a pesquisadora e se dispôs a ceder as aulas para que as futuras professoras desenvolvessem o planejamento. A escolha do tema ocorreu em função dos conteúdos que seriam abordados pela professora naquele período. Nesse sentido, como

ela iria iniciar a temática “soluções” com os estudantes do segundo ano, as futuras professoras foram solicitadas a trabalhar aspectos introdutórios relacionados a essa temática.

Como ocorreu no planejamento 1, a professora formadora forneceu uma estruturação geral para o planejamento, o qual deveria contar com: a definição dos objetivos da aula; justificativa para a escolha do tema; caracterização dos estudantes para os quais a aula seria ministrada, os conhecimentos prévios necessários para a aprendizagem do tema, as principais concepções alternativas dos estudantes sobre o tema e a descrição detalhada de cada evento, assim como o tempo destinado a cada um deles.

As futuras professoras tiveram quatro aulas geminadas da disciplina de Práticas de Ensino para elaborar o planejamento. Este processo foi acompanhado pela pesquisadora e pela professora formadora, que se dispuseram a auxiliar os futuros professores nas dúvidas apresentadas por eles. Esse auxílio ocorria sempre a partir de uma proposta elaborada previamente pelos futuros professores, no sentido de propiciar reflexões sobre a adequação das propostas frente aos objetivos de ensino estabelecidos pelos mesmos. Todas as aulas de elaboração do planejamento foram gravadas em vídeo.

Além disso, como no caso do planejamento 1, a professora formadora realizou uma reunião com Letícia e Joana (e com os demais futuros professores que cursavam a disciplina) para discutir os aspectos que as futuras professoras ainda apresentavam dúvidas no planejamento (como atividades experimentais que poderiam ser utilizadas e aspectos do conteúdo que poderiam ser discutidos). Ao final, as futuras professoras produziram o planejamento analisado neste trabalho (anexo 6).

### **3.4.5 Aula 2**

Embora a professora de Química da Escola Estadual Dom Silvério tenha disponibilizado suas aulas para as futuras professoras, a greve foi deflagrada na semana em que as futuras professoras ministrariam suas aulas. A professora da turma se dispôs a entrar em contato com os estudantes, solicitando a participação voluntária dos mesmos nas aulas ministradas pelas futuras professoras. Devido a este contexto, apenas quatro estudantes compareceram. Como ocorreu na aula 1, essa aula foi filmada pela pesquisadora e pela professora formadora, de forma a captar o ambiente como um todo, assim como as interações ocorridas ao longo da aula.

### 3.4.6 Entrevistas 3 e 4

A entrevista 3 ocorreu logo após a aula 2. De forma semelhante ao que ocorreu na entrevista 1, as futuras professoras foram solicitadas a expressar suas ideias gerais sobre o processo de planejamento e ensino vivenciados.

A entrevista 4 consistiu em dois momentos. No primeiro, as futuras professoras foram questionadas sobre o processo de modelagem analógica vivenciado por elas, conforme o protocolo de entrevista apresentado no Anexo 7. De modo geral, as futuras professoras foram solicitadas a expressar suas ideias sobre: (i) como elas veem o processo de modelagem analógica vivenciado na disciplina e qual o papel das analogias nesse processo; (ii) a possível influência desse processo em sua compreensão sobre analogias; e (iii) a possível influência desse processo em sua compreensão sobre o uso de analogias no ensino de Ciências. Por último, elas foram solicitadas a fazer uma análise do processo formativo vivenciado de acordo com os aspectos que julgassem relevantes.

Essa etapa da entrevista foi proposta porque, ao longo da realização da pesquisa, tivemos alguns indícios na discussão estabelecida com os futuros professores na aula do dia 08/02/2017 (vide Anexo 2) de que a modelagem analógica poderia ter influenciado tanto os conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino de Ciências, quanto os demais CPPF das futuras professoras expressos na segunda situação de ensino. Por isso, julgamos importante compreender a percepção das futuras professoras sobre este processo.

Na segunda parte da entrevista 4, as futuras professoras foram solicitadas a identificar os eventos críticos (TRIPP, 1992) da aula e comentar sobre eles. Essa parte da entrevista foi conduzida de maneira semelhante à entrevista 2.

## 3.5 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS

Um estudo de caso efetivo requer que o pesquisador agrupe e sintetize dados de diferentes fontes, faça inferências e interpretações baseadas em evidências e teste essas inferências e conclusões (COHEN *et al.*, 2011). Para nos auxiliar nessa tarefa, estruturamos o estudo de caso de acordo com a ordem cronológica dos dados obtidos. Isso foi feito porque, como destacado por Cohen *et al.* (2011), a utilização da estrutura cronológica como o princípio organizacional do estudo de caso apresenta a história em curso.

Considerando nosso interesse em investigar a influência do processo formativo vivenciado pelas futuras professoras ao longo da disciplina Práticas de Ensino de Química I para seus conhecimentos relacionados às analogias, essa abordagem cronológica torna-se

ainda mais significativa. Isso porque, a partir dela é possível compreender quais aspectos dos conhecimentos as futuras professoras manifestaram e quais etapas do processo formativo haviam sido vivenciadas pelas futuras professoras, possibilitando-nos compreender como esse processo formativo pode ter influenciado os conhecimentos expressos pelas mesmas.

Assim, o estudo de caso realizado foi subdividido nos seguintes momentos: planejamento 1; aula 1; entrevistas 1 e 2; planejamento 2; aula 2; entrevistas 3 e 4. Em cada um desses momentos buscamos comentar, interpretar e explicar os aspectos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino de Ciências manifestados pelas futuras professoras. Além disso, sempre que possível, buscamos fazer sínteses dos elementos dos conhecimentos manifestados pelas futuras professoras no decorrer de cada momento (ROBSON, 2002).

Os elementos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino de Ciências, manifestados pelas futuras professoras ao longo dos momentos destacados acima, não haviam sido definidos *à priori*. À medida que o estudo de caso foi se desenvolvendo, eles foram identificados a partir da análise realizada pela pesquisadora.

Para investigar como o processo formativo vivenciado pelas futuras professoras na disciplina Prática de Ensino de Química pode ter influenciado esses conhecimentos observamos os elementos dos conhecimentos manifestados pelas futuras professoras ao longo de cada momento (planejamentos, aulas e entrevistas), assim como as evoluções e involuções dos mesmos, tentando identificar, em cada uma desses momentos, as possíveis influências desse processo.

## **CAPÍTULO 4: RESULTADOS E ANÁLISE**

Levando em consideração a perspectiva adotada neste trabalho de que a formação de professores deve ocorrer em um cenário colaborativo e regido pela articulação teoria-prática, o estudo de caso apresentado nesta seção está focado, predominantemente, em: (i) uma análise dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino manifestados pelas futuras professoras, a partir de um trabalho conjunto, com apoio mútuo nas situações de planejamento e de ensino; e (ii) na reflexão sobre os diferentes aspectos do processo formativo que influenciaram o desenvolvimento desses conhecimentos.

### **4.1 PLANEJAMENTO 1**

Como mencionado na metodologia deste trabalho, Letícia e Joana ainda não haviam vivenciado situações de planejamento e ensino destinadas a estudantes da educação básica. Talvez, sobretudo por esse motivo, as futuras professoras (como muitos de seus colegas) apresentaram grande dificuldade com relação à elaboração do primeiro planejamento.

Acreditamos que muitas das dificuldades enfrentadas no planejamento e desenvolvimento da aula 1 também podem ter ocorrido devido ao conhecimento limitado das futuras professoras sobre a temática trabalhada e sobre as características dos estudantes daquele contexto de ensino. Isso porque, como discutido, no contexto da ocupação das escolas, as futuras professoras tiveram que planejar uma aula sobre um tema fora do domínio de seu conhecimento de conteúdo e para estudantes advindos de diferentes séries do Ensino Médio. Esta suposição pode ser apoiada por aspectos discutidos pela literatura da área (por exemplo: SHULMAN, 1986; SHULMAN, 1987; GESS-NEWSOME; LEDERMAN, 1999; CORRIGAN *et al.*, 2011; GESS-NEWSOME, 2015a) que tem evidenciado a importância do conhecimento de conteúdo e do conhecimento de estudantes do professor, entre outros, para o ensino.

Como parte do planejamento da disciplina Práticas de Ensino de Química I, esse tipo de dificuldade foi discutido em uma reunião entre os futuros professores e a professora da disciplina. Tais reuniões visavam discutir aspectos que ainda não estavam claros com relação ao conteúdo e à estruturação do planejamento.

No decorrer da reunião, as futuras professoras optaram por abordar o tema *racismo* nas aulas ministradas no período da ocupação. Com base naquilo que julgavam relevante de ser discutido, a dupla sugeriu um esboço dos aspectos gerais que estariam

presentes na aula. Dessa forma, as futuras professoras definiram os domínios análogo (comportamento de um pequeno rato ao ser estimulado por água e comida) e alvo (comportamento de uma criança ao ser estimulada ou não a praticar atos racistas), bem como as relações analógicas que seriam estabelecidas entre eles. Além disso, elas planejaram a discussão do significado da palavra raça como uma maneira de introduzir o domínio alvo; e a utilização do vídeo como uma forma de introduzir o domínio análogo aos estudantes.

O domínio análogo selecionado pelas futuras professoras nos pareceu inapropriado, uma vez que a abordagem de um tema tão complexo quanto o racismo a partir de um experimento behaviorista, pode parecer simplista e mesmo contrária às discussões que vem sendo realizadas sobre essa temática nos campos da sociologia, filosofia, antropologia etc. Apesar disso, como o intuito dessa pesquisa é investigar os conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino expressos pelas futuras professoras, julgamos pertinente não intervir nas decisões das mesmas com relação à seleção dos domínios comparados, uma vez que a discussão de temáticas associadas ao ensino de Ciências não se mostrava pertinente no contexto da ocupação<sup>11</sup> e, portanto, teríamos que observar aspectos mais genéricos relacionados aos seus conhecimentos sobre analogias. Como veremos mais adiante, a escolha do domínio análogo teve impactos negativos durante a aula 1.

O planejamento elaborado pela dupla foi enviado para a professora da disciplina e, após pequenas alterações (discutidas ao longo dessa seção), originou o planejamento final que consta no Anexo 5.

As futuras professoras iniciaram esse planejamento com uma breve introdução sobre a relevância de se discutir sobre o racismo - levando em consideração a ideia de que os seres humanos não devem ser classificados em raças, apesar de a nossa sociedade utilizar essa ideia para marcar a dominação de um povo sobre o outro - seguida da definição dos objetivos da aula. Em um primeiro momento, essas ideias apresentadas no tópico “Introdução” dão indícios de uma possível justificativa para trabalhar o tema racismo, o que caracterizaria esse tópico como a introdução do planejamento. Contudo, as futuras professoras destinaram um tempo de dez minutos para o tópico “Introdução”, o que nos levou a acreditar que esse tópico não se tratava apenas da introdução do planejamento, mas da introdução da própria aula, embora isso

---

<sup>11</sup> O movimento priorizava a discussão de temas sociopolíticos como: preconceito racial e de gênero; PEC 55/241; medida provisória de reformulação do Ensino Médio (MP 246), entre outros.

não tenha sido explicitado por elas. Isso porque, as ideias presentes nesse tópico foram discutidas com os estudantes durante a aula 1. Entretanto, elas não explicitaram a metodologia através da qual planejavam realizar essa introdução.

As futuras professoras deram continuidade ao planejamento apresentando uma caracterização da escola e dos estudantes do ponto de vista de alguns aspectos socioeconômicos tendo em vista que, devido ao cenário de ocupação, não era possível saber ao certo o número de estudantes que iriam compor a turma e a série cursada por eles, tampouco suas demandas cognitivas, físicas ou emocionais.

Após a descrição das características dos estudantes, a dupla passou a discutir cada evento da aula, com exceção da introdução mencionada anteriormente. Um aspecto importante a ser destacado é que, embora as futuras professoras tenham destacado o objetivo geral da aula, elas não explicitaram o objetivo de cada evento constante no planejamento. A metodologia utilizada para alcançar os objetivos de cada evento também não foi descrita. É possível notar que o texto do planejamento está escrito como se as futuras professoras estivessem se dirigindo aos estudantes, isto é, as futuras professoras redigiram o texto de acordo com o que as mesmas planejavam falar em cada momento da aula.

O primeiro evento consistia em realizar uma introdução ao tema racismo e destacar os objetivos da aula, tal como descrito anteriormente. As futuras professoras destinaram cerca de dez minutos para a realização deste evento. Isto evidencia a preocupação das mesmas com relação à distribuição adequada do tempo da aula, algo que ocorreu ao longo de todo o planejamento.

Esse primeiro evento reflete um elemento da concepção sobre o uso de analogias no ensino apresentada pelas futuras professoras. Isso porque, ao realizarem essa introdução sobre o tema, as futuras professoras demonstraram compreender que *aspectos introdutórios sobre o domínio alvo devem ser discutidos antes do estabelecimento da analogia*, ou seja, é necessário fornecer explicações iniciais sobre o assunto que será abordado. Glynn (1991) ressalta, a partir de seu modelo TWA, que introduzir discussões iniciais sobre o domínio alvo é um dos aspectos centrais para que o professor utilize uma analogia de forma adequada no ensino.

O segundo evento da aula consiste em introduzir o domínio análogo. Nesta etapa, as futuras professoras propuseram uma discussão com o objetivo de familiarizar os estudantes com o comportamento de um rato ao ser estimulado por comida e água (domínio análogo), a partir de um vídeo de cinco minutos de duração. Nesse sentido, as

futuras professoras demonstraram compreender que *o domínio análogo deve ser discutido com os estudantes antes da elaboração da analogia* com o objetivo de torná-lo mais familiar. Conforme evidenciado no planejamento, antes da abordagem do vídeo, as futuras professoras planejaram uma introdução sobre os fundamentos desse experimento (exame do comportamento animal, com ênfase nos estímulos e respostas a partir da ótica behaviorista).

Um dos pré-requisitos indispensáveis para o uso adequado de analogias no ensino é que o domínio análogo seja familiar aos estudantes ou que sua familiaridade seja aumentada por meio de discussões (GLYNN *et al.*, 1989; DUIT, 1991; THIELE; TREAGUST, 1994; TREAGUST *et al.*, 1998; NIEBERT *et al.*, 2012). Embora o domínio análogo escolhido pelas futuras professoras não seja familiar aos estudantes, como discutido, elas planejaram familiarizá-los com o mesmo.

Após essa parte introdutória sobre o Behaviorismo, as futuras professoras apresentaram o seguinte trecho no planejamento:

*Hoje nós trouxemos um vídeo, no qual um ratinho (o indivíduo) recebe como estímulos vantagens tais como: água e comida para reforçar o comportamento do mesmo de acordo com o processo de modelagem do experimentador. Vamos usar esse vídeo para estabelecer algumas relações com o racismo.*

No trecho anterior as futuras professoras pareciam compreender que *analogias apresentam correspondências de relações de similaridade entre os domínios alvo e análogo*. Isso porque, elas destacaram que o vídeo do ratinho (domínio análogo) seria utilizado para estabelecer relações com o racismo (domínio alvo). O trecho também evidencia um outro elemento do conhecimento sobre o uso de analogias no ensino: *a analogia deve, sempre que possível, contar com uma representação visual do análogo*. Isso fica evidente ao observarmos que as futuras professoras planejaram a reprodução de um vídeo com o objetivo de ilustrar o comportamento do ratinho ao receber os estímulos. Autores como Thiele e Treagust (1995); Monteiro e Justi (2000) e Treagust *et al.* (1998) evidenciam que a representação visual do análogo é importante para aumentar a familiaridade dos estudantes com o mesmo.

No caso específico da analogia elaborada pelas futuras professoras, isso parece ter sido extremamente necessário, uma vez que o domínio análogo selecionado era pouco familiar aos estudantes, o que poderia ocasionar dificuldades no estabelecimento de similaridades relacionais entre este e o alvo.

No terceiro evento, para o qual se estipulou um tempo aproximado de quinze minutos, as futuras professoras planejaram a apresentação e a discussão da analogia e das limitações da mesma. Isso ocorreria por meio da apresentação do mapeamento (correspondência das relações de similaridade entre os domínios) realizado pelas futuras professoras e reproduzido no Quadro 1.

Quadro 1 – Mapeamento das similaridades e apresentação das limitações da analogia elaborada por Letícia e Joana no planejamento 1.

<b>Análogo</b> (Comportamento do rato)	<b>Mapeamento</b>	<b>Alvo</b> (Comportamento da criança)
O rato é estimulado a tocar na bola e obtendo êxito é recompensado com água ou comida.	↔	A criança é estimulada a praticar atos racistas, reforçando involuntariamente a cultura do racismo.
Se o rato for frequentemente estimulado a fim de se obter um determinado comportamento, as chances de ele atingir o objetivo alvo serão maiores.	↔	Se frequentemente as consequências das práticas racistas forem trabalhadas com as crianças, as chances de se tornarem adultos mais conscientes serão maiores.
Dependendo da maneira que se instrui o rato, reforçando os estímulos, ele pode apresentar uma mudança comportamental gradativa, apresentando os resultados desejados.	↔	Dependendo da maneira com que os pais (e outros agentes sociais, como professores, outros familiares, amigos etc.) instruem as crianças, incentivando a prática de atos não racistas, por exemplo, a partir de seus próprios atos, a criança poderá apresentar uma evolução comportamental em prol de práticas não racistas.
<b>Limitações</b>		
<p>- Os estímulos apresentados ao rato são vantagens tais como: comida e água. Em contrapartida, os estímulos apresentados às crianças são os comportamentos reconhecidos e aprovados pela cultura na qual elas se encontram inseridas.</p> <p>- O rato é um animal irracional e se encontra em meio isolado, sob a interferência externa apenas do experimentador, o que permite uma mudança comportamental mais imediata. Já as crianças encontram-se inseridas em uma sociedade, na qual estão sujeitas a múltiplas influências comportamentais (pró e antirracistas, por exemplo). Seus comportamentos se constroem ao longo da vida, período no qual elas têm a oportunidade de refletir sobre esses comportamentos.</p> <p>- Após um comportamento inesperado do animal, estímulos podem ser removidos do processo de modelagem, resultando em punições e inibindo determinadas condutas. Após um comportamento inesperado de uma criança ao praticar o racismo contra um colega em sala de aula o professor poderá conversar com a criança no sentido de ajudá-la a pensar sobre seu ato e sobre as consequências do mesmo. Contudo, a remoção dos estímulos ou punição nos seres humanos não significa reforçar comportamentos positivos ou a inibição de determinada conduta.</p>		

O mapeamento da analogia realizado pelas futuras professoras sofreu algumas alterações até que chegasse à versão final apresentada no quadro 1. A primeira delas, refere-se ao fato de que, na terceira correspondência mapeada, as futuras professoras

havia destacado apenas a influência dos pais na instrução das crianças com relação à prática de atos não racistas. A professora formadora destacou que outros agentes sociais também poderiam exercer esta influência, o que ocasionou a reformulação desse aspecto por parte das futuras professoras.

As futuras professoras também tinham colocado em correspondência a remoção de estímulo ou punição no caso do comportamento inesperado do rato com a remoção de estímulos ou punição no caso de um comportamento inesperado das crianças. A professora formadora alertou-as de que, no caso das crianças, a remoção de estímulos/punição não ocasionaria, necessariamente, uma mudança de comportamento. A dupla concordou com o apontamento realizado pela professora da disciplina e optou por retirar aquela correspondência do quadro com o mapeamento, discutindo o aspecto estímulo/punição como uma limitação da comparação (terceira limitação apresentada no quadro 1 ).

É importante ressaltar o papel da professora formadora nas discussões sobre o planejamento e sobre a analogia elaborada. Apenas a partir das considerações realizadas por ela é que as futuras professoras perceberam essa incoerência no mapeamento da correspondência estímulo/punição e discutiram esse aspecto como uma limitação da comparação.

Outro aspecto importante de ser discutido, diz respeito à insuficiência da analogia elaborada para abordar o tema racismo. Sabemos que uma discussão sobre racismo deve contemplar uma pluralidade de fatores: políticos, éticos, econômicos, sociais etc. Assim, abordar esse tema a partir de um experimento behaviorista implica em desconsiderar grande parte desses fatores e colocar ênfase em aspectos comportamentalistas. Apesar disso, optamos por analisar o planejamento e desenvolvimento dessa analogia, porque eles refletem a dificuldade das futuras professoras em lidar com um tema fora do seu domínio de conhecimento de conteúdo.

Por outro lado, com base no quadro 1, é possível notar que as futuras professoras estabeleceram relações de similaridade entre o comportamento do rato ao ser estimulado por água e comida e o comportamento de uma criança quando estimulada a manter ou não práticas racistas. Essas correspondências mapeadas no quadro 1 e as limitações destacadas pelas futuras professoras no trecho acima, evidenciam que a dupla parece conhecer elementos importantes sobre analogias, como: *analogias apresentam correspondências de relações de similaridade entre os domínios*, em detrimento das correspondências de atributos de objeto; e o reconhecimento de que *analogias*

*apresentam limitações* (ainda que uma delas não tenha sido imediatamente percebida pelas futuras professoras).

As analogias são caracterizadas pelo estabelecimento de *correspondências de relações de similaridade* entre os domínios, ainda que os mesmos compartilhem também atributos de objeto (GENTNER, 1983; 1989). O reconhecimento dessa característica pode minimizar um problema comumente apontado pela literatura da área em relação ao uso de analogias por professores e futuros professores de Ciências: a confusão com outros tipos de comparações e recursos didáticos (TREAGUST *et al.*, 1992; MOZZER; JUSTI, 2013; OLIVEIRA; MOZZER, 2017).

Além disso, o reconhecimento de que analogias apresentam limitações indica que as futuras professoras compreendem que as mesmas não estabelecem relações de similaridade que contemplem o domínio alvo em todos os seus aspectos (HARRISON; TREAGUST, 2006).

Essas concepções sobre as analogias parecem ter sido influenciadas pelo processo de formação vivenciado pelas futuras professoras. Até aquela etapa haviam sido realizadas discussões com base em diferentes referenciais teóricos sobre analogias e outros tipos de comparações e sobre o uso de analogias no ensino. Essa influência parece ter sido proveniente, principalmente, das discussões que ocorreram a partir dos textos que abordavam essa temática e das discussões e análise de comparações elaboradas por professores e futuros professores de Química provenientes de pesquisas desenvolvidas pela professora formadora e pela pesquisadora. Em ambas as situações, foram discutidos aspectos como: as correspondências de relações de similaridade inerentes às analogias; a explicitação do mapeamento dessas correspondências; a importância de se discutir as limitações das analogias.

No que se refere ao uso de analogias no ensino, a dupla parece compreender que *as correspondências de relações de similaridade entre os domínios devem ser explicitadas* e que *as limitações da analogia devem ser discutidas* com os estudantes. Por outro lado, as futuras professoras parecem conceber que *o mapeamento e as limitações da analogia devem ser apresentados aos estudantes pelo professor*, sem a participação dos mesmos, uma vez que elas planejaram a exposição do quadro com o mapeamento e as limitações da analogia (Quadro 1), em lugar de promover a participação dos estudantes nesses processos.

Não tivemos indícios de como o processo formativo pode ter contribuído para a manifestação desses dois últimos elementos do conhecimento sobre o uso de analogias

atrelados a um papel mais ativo do professor em relação ao do estudante. Isso porque, durante as discussões realizadas na disciplina Práticas de Ensino de Química I, destacou-se a importância de que os estudantes participem durante o processo de discussão da analogia. No entanto, podemos supor que isso ocorreu porque as futuras professoras ainda não sabiam como promover a participação dos estudantes na discussão da analogia, sendo sua referência principal as experiências vivenciadas como estudantes na educação básica e na graduação. Somando-se a isso, acreditamos que o conhecimento de conteúdo limitado das futuras professoras sobre o tema racismo pode ter contribuído para que elas tenham apresentado aos estudantes o mapeamento e as limitações da analogia.

Esses elementos configuram o uso de analogias conforme o *paradigma da recepção* (BLANCHETTE; DUNBAR, 2000). Como discutido neste trabalho, o uso de analogias sob tal paradigma pode privar os estudantes de estabelecer as relações analógicas que fazem sentido para eles e de desenvolver habilidades importantes, como imaginação e criatividade. Além disso, o uso de analogias conforme o paradigma da recepção pode estar associado aos principais problemas do uso de analogias no ensino, quando os professores não discutem com os estudantes as correspondências estabelecidas entre os domínios, assim como as limitações da analogia. Nesse contexto, o uso de analogias não se difere da mera transmissão e recepção de conhecimentos já elaborados (OLIVA; ARAGÓN *et al.*, 2001).

Um ponto importante a ser discutido é o de que as futuras professoras já haviam passado por discussões teóricas sobre outras maneiras de se utilizar as analogias com base no *paradigma da produção* (BLANCHETTE; DUNBAR, 2000). Sob essa perspectiva, os estudantes elaboram e reformulam suas próprias analogias com o auxílio do professor, algo mais coerente com os processos de produção do conhecimento que ocorrem na ciência (MOZZER; JUSTI, 2015).

No entanto, as futuras professoras demonstraram não estar seguras com relação à utilização dessa perspectiva no ensino com analogias, uma vez que elas planejaram o uso destes recursos conforme o paradigma da recepção. Isso pode estar associado ao fato de que as futuras professoras ainda não haviam passado por nenhum processo no qual elas pudessem elaborar suas próprias analogias, ou seja, que as orientassem com relação a como inserir analogias de acordo com o paradigma da produção.

Tais aspectos são condizentes com resultados encontrados em nossos trabalhos anteriores (por exemplo, Oliveira e Mozzer, 2017) nos quais evidenciamos que o fato de

futuros professores compreenderem aspectos teóricos sobre analogias e sobre seu uso no ensino de Ciências não significa, necessariamente, que eles saibam abordar esses aspectos no ensino.

Além disso, outro fator que pode ter influenciado para que as futuras professoras utilizassem as analogias de acordo com o paradigma da recepção diz respeito ao conhecimento pedagógico em desenvolvimento destas futuras professoras, tendo em vista que, em grande parte do planejamento, evidencia-se a centralização do discurso nas futuras professoras em lugar de uma interação maior com os estudantes. Apenas na parte final do evento quatro, que consistia na conclusão da aula (Anexo 5), as futuras professoras previram a participação dos estudantes. Isso ocorreu ainda que as futuras professoras já tivessem passado por discussões, ao longo da disciplina, referentes às perspectivas construtivista e sociocultural, que evidenciavam a importância de envolver os estudantes nos processos de ensino e de aprendizagem.

Nesse sentido, uma das razões para que as futuras professoras tenham manifestado essa concepção de ensino pautado na transmissão/recepção de conhecimentos pode estar relacionada às orientações das mesmas para o ensino. Como discutido por Tardif (2002), muito do que os professores sabem sobre o ensino é proveniente de suas experiências anteriores relacionadas ao ensino, as quais podem constituir crenças bastante enraizadas. Estas experiências anteriores possibilitam a constituição das referências experienciais (DINIZ-PEREIRA, 2011a) destas futuras professoras, as quais podem influenciar suas orientações e moldar as decisões relacionadas ao ensino.

Também não podemos deixar de considerar o fato de que as futuras professoras estavam lecionando um assunto que não dominavam completamente, o que pode ter influenciado significativamente na maneira que elas planejaram a aula. Acreditamos que a insegurança em discutir o assunto pode ter privado as futuras professoras de abrir espaço para a participação dos estudantes.

Além disso, um aspecto importante a ser ressaltado é que as futuras professoras se preocuparam em realizar a abordagem da analogia de forma coerente com aspectos discutidos no modelo TWA. Várias etapas desse modelo foram contempladas no planejamento, como: introduzir o domínio alvo; discutir o análogo; estabelecer o mapeamento; e discutir as limitações da analogia. Isso ressalta a preocupação das futuras professoras em promover o uso de analogias de forma apropriada no ensino.

A utilização do modelo TWA pode ter sido influenciada pela própria solicitação do planejamento, na qual os futuros professores foram propostos a utilizar alguma das estratégias discutidas ao longo da formação. Além disso, na aula destinada a explicar a estrutura do planejamento, a professora formadora fez uma revisão com os futuros professores sobre tais estratégias, entre as quais se encontrava o modelo TWA.

#### 4.2 AULA 1

A turma para a qual Letícia e Joana lecionaram era composta por, aproximadamente, 25 estudantes de diferentes séries do ensino médio. Entre estes estudantes, alguns eram provenientes de diferentes escolas públicas da região, integrantes do movimento de ocupação; outros, eram estudantes da própria escola e haviam comparecido devido a uma atividade avaliativa que ocorreu naquele dia. Após nosso convite e esclarecimento da temática da aula, eles decidiram participar. É válido ressaltar que, normalmente, esta aula seria desenvolvida com estudantes integrantes de uma única turma do Ensino Médio e versaria sobre um tema químico; algo que não foi possível em virtude do contexto de ocupação das escolas.

A aula ocorreu na biblioteca da escola, na qual se encontravam mesas grandes que comportavam até seis estudantes cada. Nesse sentido, embora as futuras professoras não tenham previsto no planejamento como a turma seria organizada, durante a aula os estudantes se encontravam dispostos em pequenos grupos.

Após se apresentarem aos estudantes, as futuras professoras iniciaram a aula com o auxílio de um projetor, a partir do qual elas exibiram uma apresentação de slides previamente preparados para aquela aula. Nesse momento da aula, as futuras professoras explicitaram os objetivos da aula aos estudantes, como previsto no planejamento. Foi possível observar que a dupla estava aparentemente insegura, tendo em vista que a fala das mesmas se restringia aos aspectos que estavam no slide (algo que ocorreu ao longo de boa parte da aula), como ilustra o trecho a seguir:

*Letícia: O tema que nós viemos trabalhar aqui com vocês hoje é como trabalhar a desconstrução do racismo através da modelagem do comportamento das crianças. E o objetivo principal desse tema é fazer uma reflexão acerca então da modelagem do comportamento infantil eh... através do meio em que essas crianças estão inseridas e no contexto social e cultural de cada uma delas ... e também de atribuir alternativas para que o racismo seja desconstruído nas escolas e, principalmente, entre as crianças e os adolescentes.*

Observa-se uma confusão das futuras professoras com relação aos objetivos da aula. Isso porque, como é possível notar no planejamento (e no decorrer da própria aula) o aspecto principal discutido é a semelhança existente entre o comportamento do rato ao ser estimulado por alimentos e o comportamento de uma criança que é incentivada ou não a manter atos racistas. Contudo, a forma com que as futuras professoras estabeleceram os objetivos da aula retrata a concepção das mesmas de que a modelagem comportamental em crianças poderia ser utilizada para extinguir o racismo, algo inapropriado dadas as inúmeras diferenças que permeiam as situações comparadas (e apontadas pela própria dupla nas limitações da analogia).

Como discutido anteriormente, consideramos que essa concepção inadequada está relacionada à falta de compreensão das futuras professoras sobre o tema racismo. Nesse sentido, ressaltamos o impacto negativo do contexto de ocupação na aula ministrada pelas futuras professoras, uma vez que elas tiveram que se adequar para tratar de um dos temas pertinentes às discussões que permeavam aquele movimento, em lugar de ministrarem uma aula sobre um tema químico. Somando-se a isso, o análogo escolhido pelas futuras professoras também é um tanto quanto complexo e, como no caso do domínio alvo, também se trata de um tema fora do domínio da química.

As futuras professoras deram prosseguimento ao evento 1 da aula (introdução ao domínio alvo) distinguindo três termos: preconceito, racismo e discriminação. Isso foi feito por Joana a partir da leitura e explicação da definição de cada termo presente na apresentação de slides. As futuras professoras finalizaram esta parte explicando aspectos do racismo no Brasil e introduzindo a questão de como o incentivo por parte dos adultos pode induzir ou reforçar um comportamento racista nas crianças, como observado no trecho a seguir:

*Letícia: Então gente, pode ser observado que a sociedade brasileira, em geral, sempre buscou passar a imagem de um povo gentil, um povo educado. E livre de preconceitos de raça, só que não é isso que nós observamos. Infelizmente, a população negra vem sendo tratada com inferioridade no nosso meio e isso não pode ser aceito. O racismo impacta diretamente a vida das crianças e dos adolescentes. Por quê? Simplesmente pelo fato de que as crianças, principalmente, ainda não têm uma opinião formada a respeito desse assunto e são influenciadas, por exemplo, quando um adulto, ou até mesmo os pais, compartilham piadas ou vídeos racistas em suas redes sociais. E... a criança, ao visualizar aquela situação, acaba reproduzindo e aceitando aquilo como algo correto, o que não é verdade. É preciso aceitar as diferenças e valorizar cada uma delas, promovendo uma... igualdade entre todos os seres humanos.*

Como previsto no planejamento, o evento ocorreu com a explicação dos conceitos por parte das futuras professoras sem qualquer interação com os estudantes, o que evidencia a centralização do discurso nas futuras professoras. Além disso, como destacado anteriormente, esse evento evidencia a concepção das futuras professoras de que *aspectos introdutórios sobre o domínio alvo devem ser discutidos antes do estabelecimento da analogia*.

Um aspecto importante a ser comentado é o fato de que, no geral, os estudantes se mantiveram em silêncio, sem qualquer tentativa de interação com as futuras professoras até aquele momento da aula. Além disso, vários estudantes estavam escrevendo durante a aula e, por vezes, passavam entre si as folhas nas quais escreviam. Isso ocorreu devido ao fato de que os estudantes estavam completando o trabalho sobre racismo, que havia sido solicitado pela professora de filosofia e deveria ser entregue naquele dia.

Posteriormente, as futuras professoras conduziram a aula para o evento 2, no qual elas haviam planejado introduzir o domínio análogo. Isso retrata a concepção das futuras professoras de que *o domínio análogo deve ser discutido com os estudantes antes da elaboração da analogia*. Como evidenciado no planejamento, as futuras professoras pretendiam apresentar inicialmente os pressupostos do Behaviorismo para, em seguida, reproduzir o vídeo com o experimento do rato. Isso ocorreria por meio da explicação das futuras professoras sem a interação com os estudantes. Entretanto, o contexto da aula no qual os estudantes demonstravam dificuldades de compreender as noções de estímulos positivos e negativos, parece ter influenciado a forma com que as professoras conduziram este momento. A partir deste evento, houve uma tentativa por parte das futuras professoras de interagir com os estudantes com o objetivo de familiarizá-los com o análogo, como ilustra o trecho a seguir:

Joana: *Alguém já ouviu falar do termo behaviorismo?* (Estudantes ficam em silêncio) *Não? Então, Behaviorismo foi inaugurado pelo americano John, em 1913, e significa comportamento. Ele estuda então a interação entre o indivíduo e o ambiente em que ele se encontra. No caso, o ambiente é tudo aquilo que cerca o indivíduo. Pode ser pessoas, objetos, efeito sonoro... e é chamado estímulo todas essas ... esses fatores que podem influenciar o comportamento do indivíduo. Eu vou dar um exemplo pra ficar mais claro. Por exemplo, esse ambiente que a gente está é uma biblioteca, eu sou um indivíduo e vocês são os estímulos pra mim. Eu tenho carteiras, eu tenho alunos aqui, eu tenho uma professora presente. Então, qualquer um de vocês, como estímulo, pode influenciar, pode alterar o meu comportamento. Dependendo, até a maneira que a informação chegar até mim. Ficou claro?* (Estudantes não respondem)

Professora formadora: *Por exemplo, se eu olhar pra ela com cara de reprovação. Eu que sou a professora dela, começo a olhar e fazer assim (gesticula e faz cara de reprovação). Aí, ela vai começar a gaguejar, começar a apresentar de uma forma muito mais retraída do que se ela tá falando ali e estou assim (gesticula fazendo sinal de aprovação) e todo mundo está prestando atenção. Então aí, é o que a gente fala que é um estímulo positivo e um estímulo negativo. O negativo seria esse de eu olhar com um olhar repressor e o positivo seria todo mundo prestando atenção.*

Joana: *Entenderam agora?* (Estudantes acenam que sim)

Letícia: *Alguém tem alguma dúvida até agora? Alguma pergunta? Algum questionamento?* (Estudantes ficam em silêncio) *Então, agora nós iremos apresentar um vídeo pra vocês em que um animal, no caso um rato, ele é nosso indivíduo e ele vai sofrer uma interferência no seu comportamento a partir do processo de modelagem pelo experimentador. E aí, depois a gente vai fazer algumas comparações com o tema que a gente vem abordando que é a desconstrução do racismo.*

Em seus trabalhos, autores como Duit (1991) e Treagust *et al.* (1992), já haviam evidenciado que professores de Ciências, frequentemente, selecionam análogos pouco familiares aos estudantes ou, até mesmo, mais complexos que o domínio alvo. Ao contrário, quando se trata de uma analogia destinada ao ensino, espera-se que o domínio análogo seja, de fato, familiar aos estudantes, de modo que os mesmos possam identificar as similaridades relacionais existentes entre este e o domínio alvo (GLYNN *et al.*, 1989; DUIT, 1991; THIELE; TREAGUST, 1994; TREAGUST *et al.*, 1998; NIEBERT *et al.*, 2012). No caso exposto acima, o domínio análogo é tão complexo que as futuras professoras demandaram um tempo considerável da aula para que os estudantes pudessem compreendê-lo, comprometendo o papel da analogia de facilitar a compreensão de conceitos.

Para contornar essa situação de pouca compreensão do análogo, Joana parece ter refletido *na ação* (SCHÖN, 2000), ocasionando a reformulação de sua ação pedagógica. Ela buscou citar um exemplo que tornasse o assunto mais compreensível aos estudantes. Neste caso, é possível notar que o exemplo mencionado surgiu naquele momento mesmo da ação docente. Assim, a futura professora teve que considerar as dificuldades enfrentadas por aqueles estudantes específicos e selecionar, entre as diferentes abordagens possíveis, uma estratégia que, de acordo com suas crenças e experiências anteriores, ela julgasse que poderia atender àquelas especificidades.

Com o mesmo objetivo, a professora formadora entrevistou nas discussões fornecendo um exemplo mais específico sobre como os estímulos positivos e negativos poderiam influenciar o comportamento de um indivíduo. Tal intervenção também pode ter servido para chamar a atenção das futuras professoras para a necessidade de tornar

essas ideias mais compreensíveis aos estudantes, uma vez que, mesmo após o exemplo de Joana, eles evidenciaram não compreendê-las muito bem.

Após a apresentação do vídeo, estava prevista no planejamento a apresentação do quadro com o mapeamento das relações de similaridade entre os domínios alvo e análogo (evento 3). Entretanto, durante a aula, as futuras professoras optaram por inserir uma discussão na qual os estudantes expressassem suas opiniões sobre o que havia ocorrido no vídeo. Isso evidencia a concepção das futuras professoras de que *o professor deve garantir que os estudantes compreendam adequadamente o domínio análogo*, uma vez que elas buscaram averiguar o que eles compreenderam sobre o vídeo apresentado (domínio análogo). Esse elemento do uso de analogias manifestado pelas futuras professoras, parece ter sido influenciado pela experiência do contexto de ensino vivenciado, no qual os estudantes demonstravam dificuldades em compreender o análogo, uma vez que ele não havia sido manifestado no planejamento. Além disso, consideramos que a manifestação desse elemento também pode ter sido influenciada pelas discussões teóricas sobre analogias que ocorreram durante o processo formativo, principalmente aquelas relacionadas ao modelo TWA. Isso porque, naquele modelo, discute-se a importância do professor se assegurar de que os estudantes compreendem adequadamente o análogo.

Esse elemento do uso de analogias parece ter sido potencializado pelo maior interesse da dupla, a partir do evento 2, de propiciar mais situações de interação com os estudantes em lugar de um discurso não interativo, centrado exclusivamente nas falas das futuras professoras. Apesar de suas tentativas, os estudantes mostravam certa resistência em interagir; poucos expressaram sua opinião. As futuras professoras, então, retomaram a apresentação de slides, a partir da qual explicitaram o mapeamento da analogia:

Letícia: *Então gente, o que vocês conseguiram entender com esse vídeo?*

Estudante 1: *Se ele tocasse na bola ele ganhava alguma coisa.*

Letícia: *Exatamente!*

Joana: *É o estímulo, né?!*

Letícia: *Mais alguém?* (Estudantes ficam em silêncio)

Pesquisadora: *Todo mundo escutou o que ela falou?* (se refere à fala da estudante 1)  
*Ela falou baixinho. Vocês aí do fundo escutaram?*

Estudantes 2 e 3: *Não.*

Pesquisadora: *Repete fazendo o favor.*

Estudante 1: *O ratinho começou a entender que se ele fizesse o que eles queriam: tocasse na bola e levasse ela ao gol, ele ganharia alguma coisa em troca.*

Estudante 3: *Em troca ali é a água, né “fessora”?!*

Joana: (Acena que sim) *A água no caso era o estímulo.*

Estudante 3: *Se ele levasse a bola no gol ele ganhava água.*

Joana: *Mais alguém queria falar alguma coisa? Não?* (Estudantes ficam em silêncio e Joana retoma a apresentação de slides na qual está presente o quadro com o mapeamento da analogia).

Joana: *Então, antes de explicar esse quadro eu queria falar com vocês o que é analogia. Analogia é quando você faz comparação entre duas coisas diferentes pra poder tentar explicar de uma maneira mais simples. Por quê? A gente vai usar uma analogia pra poder explicar essa comparação do comportamento do rato no vídeo com o tema que a gente tá discutindo com vocês até agora, que é o racismo. O primeiro ponto que a gente pode observar é que o rato é estimulado a tocar na bola e, em recompensa, ele recebe água ou comida. Então, toda hora que ele se aproximasse da bola era uma coisa positiva, então, ele recebia a água.*

Letícia: *Então, de forma semelhante, nós podemos constatar que quando uma criança recebe estímulos pra praticar atos racistas isso acaba reforçando, mesmo que involuntariamente, a cultura do racismo. É o que eu já disse anteriormente, por exemplo, quando uma criança ela presencia algum adulto, o pai, outra pessoa ou um colega reproduzirem vídeos ou piadas racistas ela vai absorvendo aquilo e vai compactuar com o racismo.*

Professora formadora: *A criança entende: como eu tô bem na fita, eu posso continuar fazendo esse tipo de atitude que eu tô num caminho certo.*

Estudante 4: *É tipo assim, igual a mãe que passa a mão na cabeça do filho. O menino faz uma coisa errada, pode ter sido racista, e a mãe vai lá e passa a mão na cabeça. Isso eu não acho que seja um ato bom, porque ela tinha que botar o filho de castigo.*

Professora formadora: *E isso aí, de certa forma assim, se ela é conivente ela tá dando um reforço positivo. Tipo assim: você tá no caminho certo, pode continuar fazendo isso que você tem aprovação social. Tem outra coisa também que é assim, tão ingênua, mas que a gente tá incentivando. É você rir. O fato de rir, porque aquilo ali você entendeu realmente como uma piada, pra criança, é uma aprovação. Eu estou falando do caso de ela... contou uma piada racista, ela foi racista com um coleguinha, ela fez uma discriminação ou ela compartilhou de algum ato racista e você sorri. É a mesma coisa. Você não falou, mas você tá sendo conivente de um outro jeito que agrada mais: além de eu ter tido aprovação, eu consegui conquistar as pessoas. Então assim, um dos estímulos, pra além das ações, é esse de uma aprovação social. Né?!*

Joana: *o segundo ponto dessa analogia seria: se o rato for frequentemente estimulado a fim de se obter um determinado comportamento, as chances dele atingir o objetivo alvo serão maiores. Ou seja, se diariamente eu estiver estimulando ele a fazer aquilo, no nosso caso, aos poucos ele foi tocando a bola até chegar a fazer o gol... no nosso caso foi um objetivo com resultado bom.*

Letícia: *Então, de forma análoga, se frequentemente, as consequências das práticas racistas forem trabalhadas com essas crianças, as chances delas se tornarem adultos*

*mais conscientes serão muito maiores. Ou seja, é fundamental que se vá trabalhado nas crianças as consequências, os pontos negativos que se trazem pras pessoas, de forma que elas passem a não praticar esses atos racistas.*

Joana: *Um outro ponto também foi o que a... eu não sei o seu nome, mas... qual é seu nome?* (aponta para a estudante 4).

Estudante 4: *Pâmela.*

Joana: *É o que a Pâmela falou que a gente vai abordar aqui agora. Dependendo da maneira que instrui o rato, em função dos estímulos, ele pode apresentar mudança comportamental gradativa. Ou seja, não vai ser de um dia pro outro ou com algumas horas que vai fazer ele mover a bola. Existe um tempo, e isso vai fazer o quê? Vai trazer os resultados desejados. Ou seja, vai depender da maneira que eu, como experimentador, instruir o rato a fazer o que eu quero.*

Letícia: *De maneira semelhante, como a nossa colega já havia falado, dependendo da maneira em que o.. principalmente os pais, os professores ... até mesmo os familiares, instruírem as crianças, de forma que elas não reproduzam as práticas e atos racistas, as crianças, provavelmente vão apresentar uma evolução comportamental em práticas ... em prol de práticas não racistas. Ou seja, da mesma forma o contrário também é válido. Se a criança ela foi criada no meio de uma família que já tem o racismo enraizado culturalmente ela, infelizmente, vai adquirir práticas em prol do racismo.*

Como previsto no planejamento, ao discutirem a analogia, as futuras professoras estabeleceram as correspondências das relações de similaridade entre os domínios sem a participação dos estudantes. Isso demonstra a concepção de que *o mapeamento deve ser apresentado aos estudantes pelo professor*. Neste sentido, as futuras professoras pareciam fornecer novos indícios de se apoiarem no paradigma da recepção no uso de analogias no ensino (BLANCHETTE; DUNBAR, 2000).

Por outro lado, o trecho evidencia que as futuras professoras compreendem que *analogias apresentam correspondências de relações de similaridade entre os domínios e que as correspondências de relações de similaridade entre os domínios devem ser explicitadas*. Este último fator parece ser uma característica do uso de analogias no ensino que as futuras professoras atribuem grande importância. Isso porque, a dupla se preocupou em discutir quais aspectos estavam sendo comparados entre os domínios a partir da explicitação do mapeamento.

Nesse sentido, as futuras professoras parecem reconhecer a importância de que a apresentação de uma analogia seja sempre um processo guiado. Esse é um importante aspecto destacado pela literatura da área como indispensável para o uso adequado de analogias no ensino (DUIT, 1991; GLYNN, 1991; TREAGUST *et al.*, 1998; OLIVA; ARAGÓN, 2009; MOZZER, 2013). Isso porque, se o mapeamento da analogia é deixado a cargo dos estudantes, eles podem colocar em correspondência aspectos que

não são comparáveis entre os domínios, ocasionando o desenvolvimento de compreensões inadequadas sobre o alvo.

Um fator importante a ser discutido e que fica evidente no trecho apresentado anteriormente diz respeito ao fato de que as futuras professoras parecem acreditar que *o professor deve discutir com os estudantes o que é uma analogia* antes de apresentá-la a eles. As futuras professoras julgaram importante introduzir a ideia de que analogia é um tipo de comparação na qual se estabelecem relações de similaridade entre duas coisas distintas. Esse elemento do conhecimento sobre o uso de analogias parece ter sido manifestado por influência do próprio contexto, uma vez que ele não havia sido manifestado durante o planejamento 1.

Conforme evidenciado posteriormente ao longo da entrevista 2, as futuras professoras julgaram tal atitude necessária para que os estudantes compreendessem que elas tinham por objetivo estabelecer uma comparação entre os comportamentos do rato ao ser estimulado por água e comida e o comportamento de uma criança quando estimulada a praticar ou não atos racistas. As futuras professoras pareciam estar cientes de que essa discussão não deveria ocorrer como se as analogias fossem um conteúdo em si mesmo a ser aprendido pelos estudantes, mas com o objetivo de fazê-los compreender sua função.

Após a explicitação do mapeamento pela dupla, a pesquisadora e a professora formadora iniciaram uma discussão com os estudantes, por meio da qual eles compartilharam diferentes experiências com relação às atitudes racistas que já haviam sofrido. Essa intervenção ocorreu com o objetivo de promover o maior engajamento dos estudantes na aula e discutir alguns aspectos que poderiam contribuir para a compreensão dos mesmos sobre o racismo. Posteriormente, as futuras professoras retomaram a apresentação de slides para discutir as limitações da analogia:

*Joana: Em toda analogia existe limitação. Por quê? Eu estou comparando coisas diferentes. Então, eu não posso falar que esse aqui (levanta a mão direita) é igual a esse (levanta a mão esquerda). A primeira limitação que a gente tem é que os estímulos que o experimentador apresentava ao rato, ele traz vantagens pra ele. Em contrapartida, quando a gente fala dos estímulos apresentados para as crianças elas trazem o quê? Elas trazem comportamentos reconhecidos e aprovados pela... pela sociedade. Ou seja, a cultura que ela tá inserida vai influenciar. Eu não posso falar se será positivo ou se será negativo como foi apresentado no rato. No rato ali foram coisas positivas. Essa é uma das nossas limitações. A primeira delas. A segunda delas: o rato ele é um animal irracional e o tempo todo ele tava isolado. Não tinha outro rato, não tinha ninguém ali interferindo. A única pessoa que tava interferindo ali era o experimentador que toda hora chegava e alimentava ele com comida. Eh... isso então*

*permite o quê? Que a mudança do comportamento dele foi mais rápida, aconteceu de forma mais rápida. E não é o que acontece com as crianças e com a gente. O que acontece... Nós estamos inseridos na sociedade e sofremos muitas influências no comportamento. É o que eu falei: eu não tô sozinha, então eu posso ter influência de adultos, de outras pessoas ao meu redor e isso, em mim, pode criar uma ação antirracista ou uma ação em prol do racismo.*

*Letícia: Outra limitação que pode ser observada é a de que, após um comportamento inesperado do rato, os estímulos eram removidos, resultando também em punições, inibindo determinado comportamento e conduta do rato. Já em comparação, as crianças após comportamentos indesejados, como a prática de racismo, por exemplo, com um colega em sala de aula, o professor pode conversar com essa criança, no sentido de ajudá-la a refletir sobre seu comportamento e, principalmente, sobre as consequências do racismo. Eh... porém, a remoção dos estímulos nas crianças não significa necessariamente uma mudança de comportamento e um reforço no caso de um retorno positivo. Ou seja, não necessariamente você corrigir a criança significa que ela não irá praticar um ato racista novamente. Então, é importante sempre tá reforçando esse estímulo na criança na questão de não praticar atos racistas.*

O trecho acima evidencia que, para as futuras professoras, *as limitações da analogia devem ser discutidas* quando se trata de seu uso no ensino. Apesar disso, as futuras professoras se esqueceram de ressaltar o fato de que se tratava de uma comparação entre o comportamento de um rato ao ser estimulado por comida e água e o comportamento de uma criança que é estimulada a manter ou não atos racistas, e não de apontar os métodos behavioristas como eficientes para a desconstrução do racismo nas crianças.

Além disso, apesar de atribuírem importância à discussão das limitações de uma analogia, como ocorreu no planejamento, as futuras professoras parecem conceber que *as limitações devem ser apresentadas aos estudantes pelo professor*, uma vez que elas não propiciaram a participação dos estudantes durante este processo.

Após esse momento de explicitação das limitações a pesquisadora e a professora formadora promoveram, novamente, um momento de discussão entre os estudantes sem que as futuras professoras fizessem qualquer intervenção naquele momento. Essa nova intervenção também ocorreu com o objetivo de engajar mais os estudantes na aula por meio da expressão de seus diferentes pontos de vista sobre o assunto. As futuras professoras retomaram a fala apenas ao final dessas discussões para apresentar e explicar as imagens (vide Anexo 5).

Como previsto no planejamento, as futuras professoras abriram espaço para a discussão dos estudantes no final deste evento, os quais interagiram de forma mais efetiva com Joana nesta etapa. Acreditamos que este maior envolvimento dos estudantes

na aula esteja relacionado com as oportunidades de discussões que lhes foram oferecidas anteriormente pela professora formadora e pela pesquisadora.

O trecho a seguir evidencia as discussões que ocorreram nesta etapa final da aula entre Joana e os estudantes:

Joana: *Agora outra pergunta que eu queria fazer pra vocês: como então que a gente desconstrói o racismo? Como vocês acham que a gente pode acabar com o racismo?*

(Estudante 1 fala algo inaudível)

Joana: *Vocês ouviram o que ela falou?* (Aponta para um grupo de estudantes que pareciam dispersos e eles respondem que não)

Joana: (Aponta para a estudante 1) *Pode falar que agora eles estão prestando atenção.*

Estudante 1: *Eh... é porque a gente tem que colocar em prática tudo que vocês disseram aqui. Nos vigiar e vigiar também as outras pessoas, os adultos e as crianças. Começar a olhar o nosso comportamento também. Mesmo a gente não querendo, a gente participa de atos racistas e tem que vigiar mais isso.*

Joana: *Mais alguém poderia me responder?* (Estudantes ficam em silêncio). *Então, uma das maneiras seria denunciar mesmo, porque talvez só punindo a gente consiga acabar com o racismo. E a outra seria discutir mais esse assunto nas escolas, porque eh... a partir do momento que você consegue refletir, você consegue fazer com que a pessoa assuma seu erro e passe a mudar as atitudes que ela mesmo já fez ou que ela já presenciou né?! Então assim... é um tema que deveria ser abordado com palestras ou trabalhos expositivos e não devemos nos calar.*

Estudante 1: *Nessa questão a gente tem que ficar atento porque nessa reformulação (se refere à reforma do ensino médio proposta pelo governo Michel Temer) que vai ter, a gente não vai mais poder trabalhar a cultura afro-brasileira. Então, como que a gente vai discutir isso?*

Joana: *Exatamente! Eles querem praticamente extinguir.*

Estudante 1: *Então como a gente vai trabalhar isso aqui na escola? Então a gente não vai conseguir acabar nem o preconceito e nem conseguir trabalhar ...*

Estudante 5: *Pelo contrário. Vai fazer ele aumentar cada vez mais.*

Joana: *É, isso é verdade. Vai aumentar cada vez mais. Não vai ter esse momento de reflexão.*

As futuras professoras passaram um vídeo sobre racismo no qual algumas crianças expressavam suas opiniões sobre este tipo de preconceito e relatavam suas experiências com o racismo. Após esse vídeo de fechamento, elas finalizaram a aula agradecendo os estudantes pela participação.

### 4.3 ENTREVISTA 1: REFLEXÕES SOBRE O PLANEJAMENTO E A AULA 1

No primeiro momento de entrevista, que ocorreu logo após a aula, as futuras professoras fizeram considerações importantes sobre o planejamento e a aula ministrada, como as apresentadas no trecho a seguir:

Letícia: *Eu tô muito satisfeita, porque querendo ou não foi a primeira aula que eu dei. Então, eu achei que eu ficaria muito nervosa, mas graças a Deus não fiquei... Consegui falar tudo como a gente tinha planejado, mesmo que foi um pouco de última hora, porque até ontem a gente não tinha muito a questão da analogia que foi a nossa maior dificuldade... (refere-se à sua insegurança sobre a elaboração e abordagem da analogia no ensino).*

Joana: *Pra mim também!*

Letícia: *Criar a analogia e relacionar com o nosso tema, né?! Que seria o racismo. Ah... mas eu gostei muito.*

Joana: *Eu fiquei com um pouco de medo de trabalhar esse assunto, porque igual eu te falei, a gente não conhecia as escolas e nem os alunos. O primeiro contato que a gente teve foi hoje com eles. O primeiro contato que a gente teve de dar aula foi hoje. Eu também me senti assim muito bem. Quando você vê assim que deu tudo certo. No início se viu que tinha... sempre tem um grupinho ou outro que ficam dispersos, você não consegue atingir todo mundo. Mas assim... eu gostei.*

A partir do trecho acima é possível perceber a dificuldade enfrentada pelas futuras professoras durante a elaboração da analogia. Como discutido anteriormente, o fato de elas ainda não terem vivenciado, até aquele momento da formação, nenhum processo de elaboração de suas próprias analogias pode ter contribuído para que elas manifestassem essa insegurança na elaboração de uma analogia destinada ao ensino e em como abordá-la.

Além disso, Joana destacou a insegurança em abordar o assunto por não ter conhecimento dos estudantes e do contexto de ensino. Isso evidencia o impacto negativo resultante da artificialidade do contexto de ensino que as futuras professoras vivenciaram durante o movimento de ocupação das escolas.

No decorrer da entrevista, as futuras professoras expressaram suas ideias sobre questões relacionadas à analogia e seu uso no ensino:

Letícia: *Então, a gente pensou inicialmente, igual Joana falou, em introduzir a questão da analogia. Porque eu mesma não conhecia. Tipo assim, eu já ouvi falar e tal, igual nessa questão do mar de elétrons, mas na química que era muito utilizada. Na questão de sociopolítica eu nunca parei pra pensar que poderia ser feita uma analogia.*

Joana: *Nem eu também. Pra mim é novidade.*

Letícia: *Então assim, eu achei muito legal. Foi mais a questão mesmo de introduzir pra*

*elas a questão da analogia, pra elas entenderem. Porque, senão, não ia fazer muito sentido de falar do comportamento do rato.*

Como é possível perceber pelo trecho acima, antes do planejamento, as futuras professoras tinham a concepção de que analogias poderiam ser elaboradas apenas para se trabalhar conteúdos científicos, como a analogia do “mar de elétrons” usada no ensino de ligação metálica. Além disso, o trecho acima também evidencia que, para as futuras professoras, *o professor deve discutir com os estudantes o que é uma analogia* para, somente depois, apresentar a analogia elaborada para tentar garantir uma melhor compreensão dos estudantes sobre a função desse recurso.

A dupla também expressou sua opinião sobre o que poderia ser feito de diferente no planejamento e na aula:

*Joana: Eu acho que tentar trabalhar mais com eles. Porque igual, a partir do momento do início, que a gente só tava sendo mais expositivo, uma aula mais expositiva, eles estavam mais dispersos. A partir do momento que a gente começou a introduzir eles mais na discussão, eles começaram a perceber mais. Só que tinha uma outra coisa também: eles estavam procurando fazer o trabalho de racismo (se refere ao trabalho que os estudantes estavam fazendo durante a aula que elas estavam ministrando).*

*Letícia: Estavam passando papel toda hora e distraía a atenção.*

*Joana: É. Toda hora eu via papel passando e tava parecendo que eles estavam preocupados em escrever tudo que estava no slide.*

(...)

*Letícia: Teve uma hora que eu falei assim: Joana, a gente tem que dar um jeito de chamar a atenção desses alunos, porque eles tão meio que...*

*Joana: Não estão prestando atenção.*

*Letícia: Vamos procurar interagir mais com eles. Eu dei um cutucão nela e falei: vamos fazer isso.*

*Joana: No primeiro vídeo que a gente tava passando, a gente viu que eles não estavam prestando muita atenção. Aí tipo assim, você chega no final e vê o vídeo da criança todo mundo prestando atenção, então você já vê que assim, eles começaram, né?!*

Novamente, é possível notar que a maior interação entre as futuras professoras e os estudantes ocorreu em função das características daquele contexto de ensino. Isso porque, como discutido anteriormente, as futuras professoras ajustaram a maneira como estavam conduzindo a aula devido ao comportamento dos estudantes naquele contexto, os quais pareciam dispersos. Para Joana, a interação com os estudantes deveria ter ocorrido desde o início da aula, uma vez que isso poderia promover um maior engajamento dos mesmos. Além disso, as futuras professoras tiveram a percepção de

que, além da falta de interação com os estudantes, o fato de eles terem um trabalho sobre racismo para entregar, impactou na forma como eles se comportaram no ensino.

O trecho evidencia ainda que as futuras professoras refletiram *na ação* (SCHÖN, 2000) ao perceberem que os estudantes estavam dispersos e, a partir daí, buscaram criar situações de interação com o objetivo de engajá-los nas discussões. Diante disso, somos levadas a acreditar que, embora a aula 1 tenha ocorrido em um cenário de ensino com acentuada artificialidade, ela propiciou valiosas contribuições para as futuras professoras, principalmente no que concerne ao desenvolvimento de certos elementos do fazer pedagógico, como a interação com os estudantes e a capacidade de ajustar sua prática pedagógica às características de cada contexto de ensino, algo que requer uma postura reflexiva do professor.

Tais contribuições também ficaram evidentes em outros momentos da entrevista, em que as futuras professoras refletiram *sobre a ação* (SCHÖN, 2000). Por exemplo, elas expressaram a concepção de que o planejamento não é um *script* que deve ser seguido à risca. Ao contrário, o ensino é dinâmico e depende do comportamento dos estudantes e do contexto de ensino.

Essa parece ter sido uma contribuição proveniente da situação de ensino vivenciada pelas futuras professoras, pois durante a aula elas sentiram a necessidade de ir além das descrições feitas previamente no planejamento, considerando os imprevistos inerentes ao contexto de ensino. Isso é evidenciado no trecho a seguir:

Letícia: *Então, eu acredito que tipo assim, o planejamento é muito importante para dar uma direção, um norteamento. Tipo assim, de onde eu vou partir. De onde eu vou iniciar a aula. Mas igual eu falei, surgem imprevistos...*

Joana: *Não que eu tenha que seguir só aquilo. Às vezes a gente tem que ter uma segunda opção ali, pra saber trabalhar melhor.*

Letícia: *Mas, assim, o objetivo não é ficar preso ao planejamento e sim extrapolar, né?! O máximo que puder explorar o conteúdo.*

Professora formadora: *Mas o planejamento ele serve pra quê?*

Joana: *Pra orientar. Eu não devo me prender somente aquilo.*

Letícia: *Mas assim, as ideias centrais partiram do planejamento e a gente foi acrescentado algumas coisas que a gente viu necessidade na hora.*

#### 4.4 ENTREVISTA 2: REFLEXÕES SOBRE A AULA 1

Durante a entrevista 2, na qual as futuras professoras foram solicitadas a assistir o vídeo da aula 1 e pausá-lo sempre que identificassem um evento crítico, Letícia e

Joana expressaram vários dos seus conhecimentos sobre analogias, além de outros mais gerais sobre suas ações docentes. Um dos aspectos ressaltados pelas futuras professoras nessa entrevista foi o fato de elas iniciarem a aula de forma muito expositiva, como evidenciado no trecho abaixo, no qual elas comentavam o evento 1 da aula:

Letícia: *Porque a gente já começou a aula falando o que é preconceito, o que é isso, o que é aquilo. Ao invés de ter já começado a falar, a gente podia ter perguntado, ter tipo assim... eh... proposto uma discussão já no início da aula, né?! (olha para Joana que acena concordando). Pra ver, até mesmo, quais eram os conhecimentos prévios deles sobre esse assunto... e a gente já foi falando o que é.*

Joana: *E também assim... a gente tinha que colocar eles mais no meio do assunto. Porque a gente já começou falando, falando, e deixou eles meio de lado também. Mas, quando a gente estava fazendo o plano, a gente pensou em fazer essa pergunta (se refere ao questionamento sobre o que é o racismo), só que aí a gente deixou pra depois... pra introduzir primeiro o alvo, pra eles saberem o que era e depois começar uma discussão com eles.*

Pesquisadora: *Então vocês começaram falando com a ideia de introduzir o domínio alvo?*

Letícia e Joana: *Isso.*

Pesquisadora: *Isso necessariamente tem que ser assim, pra vocês introduzirem o alvo e o análogo?*

Letícia: *Não. Ah, eu acho que é igual eu te falei, da gente começar a aula eh... promovendo perguntas, né?! Pra dizer quais são os conceitos prévios que os alunos já tinham sobre aquele assunto. E não já ir introduzindo propriamente o que seriam os termos, né?! De preconceito e... enfim.*

O trecho acima evidencia a importância atribuída pelas futuras professoras a uma maior interação dos estudantes nesse primeiro momento da aula, o que a nosso ver é uma importante contribuição da aula 1 vivenciada por elas. Ao refletirem *sobre a ação*, as futuras professoras questionaram o caráter expositivo que permeou o início desta aula e manifestaram a concepção de que aulas mais interativas propiciam o acesso ao conhecimento prévio dos estudantes sobre o assunto trabalhado, assim como o maior engajamento dos mesmos. Isso também foi evidenciado na entrevista 1.

Outro aspecto importante a ser discutido diz respeito à concepção apresentada pelas futuras professoras sobre o uso de analogias no ensino. Elas chegaram a conjecturar a possibilidade de iniciar a aula com uma maior interação com os estudantes. Contudo, como apontado por Joana, o fato delas terem pensado em introduzir o domínio alvo, fez com que mudassem de ideia com relação a essa interação com os estudantes. Isso evidencia que o entendimento das futuras professoras era de que

a introdução dos domínios comparados propostas no modelo TWA deveria ocorrer de forma expositiva. Todavia, ao refletirem sobre esse aspecto, elas perceberam que *os domínios alvo e análogo podem ser introduzidos de forma interativa.*

Ainda sobre o evento 1 da aula, as futuras professoras expressaram como a experiência do contexto de ensino influenciou para que elas repensassem o andamento da aula e a forma como elas estavam interagindo com os estudantes:

Letícia: *A gente até chegou a comentar isso depois da aula. No início eu senti que a gente estava mais presa aos slides, tipo assim, focando só naquilo ali que tava no slide. E depois, conforme a aula foi desenvolvendo, e também foram surgindo perguntas e questionamentos, aí a gente meio que se soltou mais, né?! Meio que desprende do slide, porque ninguém merece também, né??!*

Joana: *Acho que foi ficando mais natural a nossa aula. Porque tipo... a gente treinou várias vezes os slides. Já tava até gravado assim as falas, né?! E na hora, algumas coisas foram surgindo diferentes.*

Pesquisadora: *Então, o que vocês planejaram não ocorreu exatamente como tinham planejado?*

Letícia: *Em partes.*

Joana: *No início sim. A gente ficou presa demais. Depois que começou a surgir o diálogo com os alunos, acho que a gente deu mais liberdade pra gente e pra eles.*

Como evidenciado no trecho acima, a influência do contexto na situação de ensino vivenciada pelas futuras professoras foi importante para que elas repensassem a maneira como estavam interagindo com os estudantes, o que ocasionou não só a maior participação dos mesmos, mas também uma maior segurança das futuras professoras para abordar o assunto.

Essa influência da experiência do contexto de ensino para as tomadas de decisão das futuras professoras também ficou evidente quando Joana comentou sobre o exemplo elaborado durante a aula para facilitar a compreensão dos estudantes sobre Behaviorismo, como destacado no trecho a seguir:

Joana: *Esse foi um exemplo que surgiu na hora. Falar só sobre estímulo e explicar essa parte não tava claro pra eles. Nem pra gente também! Ficar falando ah... estímulo vai influenciar nisso. Eu pensei assim: ah eu vou ter que dar um exemplo que esteja ao alcance deles para facilitar...pra eles começarem entender os conceitos do análogo e do alvo. Pra quando a gente chegasse na analogia, ficasse mais claro e não dificultasse pra eles. Então eu pensei: vou dar um exemplo do próprio ambiente...*

Letícia: *O mais simples possível.*

Joana: *É. O mais simples possível.*

Letícia: *Eu achei bem legal esse exemplo.*

Observa-se que as futuras professoras reconheceram que a maneira com que elas estavam tentando discutir os pressupostos behavioristas não estava clara nem mesmo para elas. Isso reforça nosso argumento anterior de que muitas das dificuldades enfrentadas pelas futuras professoras estavam associadas à falta de compreensão sobre os domínios comparados na analogia.

Além disso, Joana manifestou a concepção de que *o professor deve garantir que os estudantes compreendem adequadamente o domínio análogo*, para que, posteriormente, eles consigam compreender as relações analógicas estabelecidas entre os domínios.

No trecho a seguir, as futuras professoras comentaram sobre o evento 3 da aula, no qual o quadro com o mapeamento foi apresentado aos estudantes:

Letícia: *Eu acho que não foi uma coisa natural desse jeito. Como que seria assim... uma forma com mais naturalidade?* (Questionamento dirigido a si mesma)

Joana: *Acho que, na verdade, a gente não chegou a pensar, porque como a gente aprendeu a mapear e pra gente foi bom... é mais fácil de aprender a analogia mapeando. Então, a gente achou que fosse fácil pra eles perceberem.*

Letícia: *É, mas agora ficou a dúvida se esse foi o jeito mais fácil pra eles entenderem.*

Joana: *Não sei se hoje, se eu desse essa mesma aula, eu iria introduzir a analogia desse jeito.*

Pesquisadora: *Tá, mas e se não fosse desse jeito? Como vocês fariam?*

Letícia: *Não sei se essa seria uma ideia, mas, por exemplo, da gente introduzir um domínio e eles corresponderem com o outro, entendeu? Pra eles estabelecerem as próprias relações que a gente tava tentando fazer. Já tava escrito lá! Até eles poderiam ler se fosse o caso. Acho que a gente não devia ter colocado isso. Devia ter feito, por exemplo, a associação do domí... não falar que era nosso domínio análogo, porque eles não precisariam saber esses termos, mas pra eles associarem o que a gente tava falando com uma comparação do vídeo (refere-se ao domínio análogo) ou do racismo mesmo.*

É possível notar que, embora as futuras professoras tenham utilizado a analogia conforme o paradigma da recepção, durante a entrevista, elas expressaram a ideia de que *os estudantes precisam participar do estabelecimento de relações entre os domínios*. Essa maneira de conceber o uso de analogias no ensino pode estar intimamente relacionada a outros elementos do conhecimento pedagógico em desenvolvimento pelas futuras professoras, uma vez que, no decorrer da aula e das entrevistas, elas expressaram a necessidade de uma maior interação com os estudantes.

Letícia demonstrou compreender que *as limitações da analogia devem ser discutidas* ao expressar que:

*Primeiro a gente quis deixar bem claro que toda analogia apresenta limitações. E é muito importante que elas sejam ressaltadas, porque às vezes, a própria analogia cria um conceito errado na cabeça do aluno. Então, a gente quis deixar isso claro, apresentado as limitações.*

Letícia ressaltou ainda o fato de que as discussões das limitações ocorreram de forma expositiva, sem a participação dos estudantes e criticou essa ação, manifestando a concepção de que *as limitações devem ser discutidas com a participação dos estudantes*:

*É... Meio que a gente levou tudo pronto e não perguntou. Talvez eles mesmos tivessem pensado em uma limitação que a gente não colocou.*

Por fim, como ocorreu durante a entrevista 1, as futuras professoras parecem compreender que aulas interativas propiciam o engajamento dos estudantes. Além disso, a dupla também comentou sobre o retorno positivo que elas receberam a partir do momento em que promoveram interações com os estudantes:

*Joana: Essa parte eu gostei muito, porque quando a gente começou a interagir mais com os alunos, acho que assim, deixou a gente mais à vontade. Tipo assim, dá aquela sensação que eles tão gostando, eles tão participando.*

*Letícia: Mais pro final da aula que eles começaram a opinar mais e teve até uma hora que uma menina que tava na pontinha ali (aponta para a imagem do vídeo da aula), ela fez uma reflexão mesmo. Ela deu um depoimento também que já tinha sofrido racismo. Eu achei muito legal.*

*Joana: Foi uma até que falou de racismo nas faculdades, né?!*

*Letícia: Aí, a menina entrou nesse assunto das cotas e tal, deu o depoimento dela, um outro menino também. Achei muito legal isso, porque eles participaram mesmo!*

*Joana: Foi acho que uma das partes melhores pra mim.*

*Pesquisadora: E isso influenciou na atitude de vocês ali na hora?*

*Joana: Eu acho que sim, porque até então eu só estava falando, falando, falando... e todo mundo olhando pra nossa cara, uns dormindo que eu já tinha percebido, ou seja, não tavam nem aí. A partir do momento que a gente passou a direcionar...*

*Letícia: E que a gente abriu mais espaço mesmo pra discussão, ficou mais interessante a aula.*

*Joana: Acho que até pra gente. A resposta que vem pra gente também é melhor. Eu achei melhor.*

Algo que fica evidente no trecho acima é a crescente segurança das futuras professoras à medida que os estudantes passaram a interagir durante as aulas. É importante ressaltar a influência da professora formadora na percepção das futuras professoras sobre a relevância da abertura de espaço para a dialogia. Isso porque foi ela que propiciou diversas ocasiões de participação dos estudantes durante a aula.

É possível perceber uma forte influência da vivência e reflexão sobre a situação de ensino para o desenvolvimento dos conhecimentos sobre analogias e seu uso no ensino, uma vez que ao longo das entrevistas as futuras professoras manifestaram sua insatisfação com o caráter completamente expositivo que permeou a aula 1 na maior parte do tempo e vislumbraram a possibilidade de uma maior participação dos estudantes durante a elaboração da analogia.

Esses elementos também podem ter sido influenciados pelas discussões que ocorreram na disciplina, relacionadas ao uso de analogias conforme o *paradigma da produção* (BLANCHETTE; DUNBAR, 2000), a partir das quais foi ressaltada a importância de que os estudantes participassem do processo de elaboração da analogia. Assim, a vivência da primeira situação de ensino pode ter favorecido a reflexão das futuras professoras sobre esse aspecto, considerando a sua validade no ensino.

Além da situação de ensino vivenciada, acreditamos que as discussões estabelecidas ao longo da disciplina com relação às diferentes perspectivas de ensino e aprendizagem (construtivista e sociocultural) podem ter influenciado esses conhecimentos, tendo em vista que, em ambas, discute-se que o conhecimento não é diretamente transmitido pelos professores aos estudantes e a participação ativa dos estudantes na construção de conhecimentos/atribuição de significados. Isso pode ter ocorrido porque, como discutido por Tardif (2002), a ação docente proporciona a validação de certos saberes. Nesse sentido, a vivência e reflexão sobre a situação de ensino pode ter despertado a atenção das futuras professoras para a consideração desses aspectos no ensino, evidenciando a importância da articulação teoria-prática na formação.

Ademais, como evidenciado até aqui, a primeira situação de ensino vivenciada pelas futuras professoras parece ter contribuído para o desenvolvimento de alguns elementos relacionados à prática pedagógica das futuras professoras. Por exemplo, elas destacaram nas entrevistas que o planejamento não é um *script* que deve ser seguido à risca, uma vez que o ensino é dinâmico e depende do comportamento dos estudantes e do contexto de ensino.

Além disso, a importância atribuída pelas futuras professoras à maior interação com os estudantes parece ter influenciado seus conhecimentos sobre o uso de analogias, manifestando, por exemplo, as ideias que: *os domínios alvo e análogo podem ser introduzidos de forma interativa, os estudantes precisam participar do estabelecimento de relações entre os domínios e as limitações devem ser discutidas com a participação dos estudantes.*

Estes elementos dão indícios de uma evolução na maneira com que as futuras professoras compreendiam os processos de ensino e aprendizagem, uma vez que no planejamento 1 elas centraram suas ações na transmissão direta de conhecimentos, ao passo que a partir da aula 1 elas parecem reconhecer em suas ações a importância das interações com os estudantes (algo que parece ter sido uma contribuição da articulação teoria-prática no processo formativo e da *reflexão na ação e sobre a ação*). Além disso, esses elementos que emergiram a partir da aula 1 e da reflexão sobre a mesma influenciaram em grande medida o planejamento 2 e a aula 2 das futuras professoras, como discutido a seguir.

#### **4.5 PLANEJAMENTO 2**

Como mencionado na metodologia deste trabalho, a aula 2 foi planejada para estudantes do segundo ano do Ensino Médio e deveria envolver aspectos introdutórios sobre soluções. A elaboração do planejamento ocorreu durante as aulas e contou com o auxílio da pesquisadora e da professora formadora para o direcionamento dos futuros professores com relação aos aspectos que deveriam ser abordados no mesmo. Essas aulas permitiram a elaboração de uma primeira versão do planejamento que foi enviada para a professora formadora, a qual sofreu algumas alterações até originar a versão apresentada no Anexo 6. Estas alterações são discutidas ao longo desta seção.

As futuras professoras iniciaram o planejamento apresentando uma breve caracterização dos estudantes para os quais a aula foi proposta. Ao contrário do ocorrido no planejamento 1, as futuras professoras tinham conhecimento de qual série os estudantes cursavam e das características gerais dos estudantes daquela escola. Tendo em vista que Letícia havia iniciado sua participação no PIBID, esta pode ter uma ideia geral dessas características expressas na caracterização geral do contexto e dos estudantes, apresentada pelas futuras professoras no planejamento 2.

Dando prosseguimento a esse planejamento, as futuras professoras apresentaram a relevância de se trabalhar o tema “soluções” no ensino de Química, fundamentada em

uma abordagem qualitativa que leva em consideração a formulação de explicações para o comportamento das partículas constituintes da matéria (nível submicroscópico) e em aulas de caráter investigativo:

*Em química a palavra “solução” tem um significado bem peculiar. Uma solução é um material composto de mais de uma substância, de forma que essas substâncias sejam solúveis entre si. Há, entretanto, outra característica importante em um material para que ele seja considerado uma solução: ter a mesma composição, em termos das quantidades das substâncias que a compõem, em qualquer fração do material. Assim, em uma solução, as substâncias devem estar distribuídas de forma homogênea por todas as porções.*

*Considerando algumas concepções alternativas e as dificuldades dos alunos em compreender o conceito de soluções e o processo de dissolução a ele associado, e também de observarem e caracterizarem as soluções presentes em seu cotidiano, percebemos que há a necessidade de se trabalhar com uma proposta que abranja o comportamento das partículas no nível submicroscópico, de forma que os alunos compreendam as interações que ocorrem entre as diferentes substâncias e o processo de dissolução.*

*Constatamos a partir de nossas experiências com o PIBID que as aulas investigativas despertam um maior interesse dos alunos, proporcionando um momento de reflexão e discussão; com isso é possível que os alunos revisem seus conhecimentos prévios e ampliem tais conhecimentos, visando alcançar e compreender o conhecimento científico.*

Na primeira versão do planejamento produzida pelas futuras professoras, embora elas tivessem mencionado que, por meio de experiências anteriores, haviam constatado a importância de que as aulas ocorressem com um caráter investigativo, não explicitaram essas experiências. Na revisão dessa primeira versão, a professora formadora solicitou que elas fornecessem maiores esclarecimentos sobre esse aspecto, o que levou as futuras professoras a explicitarem que tais experiências estavam relacionadas à participação de Letícia no PIBID.

O fato de planejarem uma aula para um tema químico parece ter contribuído para que as futuras professoras levassem em consideração certos aspectos relacionados aos estudantes, como suas concepções alternativas e dificuldades de aprendizagem relacionadas ao tema dissolução.

Outro aspecto importante a ser destacado é a crença apresentada pelas futuras professoras, com base nas mencionadas experiências anteriores no PIBID, de que aulas investigativas se mostram relevantes para promover o engajamento dos estudantes e podem propiciar a revisão e reflexão dos estudantes sobre os seus conhecimentos prévios para uma melhor compreensão dos conceitos abordados.

Na sequência, as futuras professoras estabeleceram os objetivos da aula:

*Realizar experimentos demonstrativos, com o objetivo de sondar os conhecimentos prévios dos alunos através de algumas perguntas, enfatizando a ideia de que não há interações entre as moléculas de água e óleo em relação àquelas que existem entre as partículas de água e entre as partículas de óleo<sup>12</sup>.*

*Auxiliar os alunos a compararem os sistemas (água e óleo e areia e ímã; e água e sal e ímã e limalhas de ferro) de forma a reconhecerem as possíveis semelhanças existentes. Com isso, espera-se que os alunos elaborarem o mapeamento da analogia em questão, com o auxílio das professoras.*

Na primeira versão do planejamento, ao enunciarem os objetivos da aula, as futuras professoras os haviam descrito junto com algumas das atividades que ocorreriam. A professora formadora destacou a necessidade de que esses dois aspectos fossem apresentados em separado dada a sua importância no desenvolvimento da aula. As futuras professoras realizaram essa alteração e expressaram os objetivos da forma ilustrada acima.

As futuras professoras estabeleceram os objetivos de ensino com base nos conhecimentos que elas pretendiam trabalhar com os estudantes. Além disso, é possível observar a indicação da utilização de diferentes estratégias instrucionais (experimentação, analogia, trabalho em grupo) para alcançar tais objetivos. Isso é importante porque, consideradas as inúmeras dificuldades de aprendizagem que os estudantes podem apresentar, especialmente no que diz respeito à Química, o uso de diferentes estratégias de ensino pode proporcionar maiores oportunidades para que eles compreendam o assunto almejado pelo professor.

Além disso, é possível observar na expressão dos objetivos que o foco da aula parece não estar na exposição de conteúdo como ocorreu na aula 1, mas na participação dos estudantes nas discussões, prevista para cumprimento de ambos os objetivos propostos. Esta parece ter sido uma importante contribuição proveniente do desenvolvimento e reflexão sobre a aula 1, pois como discutido, as futuras professoras

---

<sup>12</sup> Embora as futuras professoras tenham manifestado um aspecto conceitual incorreto ao considerarem que “não há interações entre as moléculas de óleo e água”, acreditamos que isto tenha sido um equívoco relacionado à redação realizada pelas mesmas. Isso porque, ao longo da aula 1, as futuras professoras demonstraram uma adequada compreensão sobre a intensidade das forças atrativas existentes no sistema, ao considerarem que as forças atrativas entre as moléculas de água e óleo são mais fracas do que as interações existentes entre as moléculas de óleo e do que as interações existentes entre as moléculas de água. O fato de não termos percebido isso anteriormente fez com que não pudéssemos consultá-las durante a entrevista sobre a concepção das mesmas acerca desse aspecto conceitual manifestado no planejamento.

ressaltaram diversas vezes durante as entrevistas 1 e 2 o impacto daquela aula no seu reconhecimento da importância das interações com os estudantes.

Letícia e Joana deram prosseguimento ao planejamento explicitando as possíveis concepções alternativas dos estudantes sobre o tema, assim como os conhecimentos prévios necessários para a aprendizagem do mesmo (vide planejamento 2).

As futuras professoras realizaram o planejamento geral da aula com base no objetivo específico de cada evento e no tempo destinado a cada um deles (Quadro 2). Elas previram momentos possíveis de serem realizados nos tempos estipulados:

Quadro 2 - Planejamento geral da aula 2 proposto por Letícia e Joana.

<b>Objetivos</b>	<b>Momentos Previstos</b>	<b>Tempo estimado</b>
Apresentação e introdução do tema da aula	Organização da sala	7 minutos
Identificação das evidências e discussão dos fatos observados	Realização e discussão dos experimentos	14 minutos
Compreensão de como as interações influenciam a solubilidade das substâncias	Proposta de mapeamento da analogia	15 minutos
Sistematização de conceitos a partir da analogia e apresentação das limitações	Fechamento	15 minutos

Além do planejamento geral da aula, as futuras professoras fizeram o detalhamento de cada evento. Nesse sentido, para o primeiro evento, que consistia na organização da sala, seguida da apresentação e introdução do tema soluções, as futuras professoras fizeram a seguinte descrição:

*Neste momento, os alunos serão divididos em 5 grupos para a realização do experimento. Espera-se que o trabalho em grupo desenvolva a capacidade de argumentação dos alunos.*

Ao contrário do ocorrido no planejamento 1, as futuras professoras se preocuparam com a organização da turma, um elemento importante do conhecimento pedagógico. É possível observar que a organização da turma em grupos foi pensada de forma a propiciar, nos termos das futuras professoras a “capacidade de argumentação dos estudantes”. Elas parecem compreender essa “capacidade de argumentação” como a capacidade dos estudantes de se expressarem em público, tendo em vista que a argumentação exige habilidades bastante complexas que não foram propiciadas pelas futuras professoras, como: a seleção e interpretação de evidências, a justificação de afirmativas com base nessas evidências, a persuasão, entre outras discutidas na literatura da área (DRIVER *et al.*, 2000; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008).

A organização dos estudantes em grupos parece estar relacionada à tentativa das futuras professoras de promover as interações entre os estudantes e entre estes e o professor, ambas importantes para a atribuição de significados no ambiente social da sala de aula (LEMKE, 2001). Este aspecto já havia sido manifestado pelas futuras professoras durante as entrevistas 1 e 2, o que nos dá indício do impacto da aula 1 nessa possível evolução.

Temos que considerar, no entanto, que a maneira com que as futuras professoras planejaram a aula 2 pode ter sofrido influências significativas da experiência desse novo contexto de ensino, uma vez que elas planejaram a aula para ensinar um tema químico. Certamente, o conhecimento das futuras professoras sobre como transformar o tema em soluções para o ensino é mais consolidado do que sobre o tema racismo. Isso, muito provavelmente, influenciou nas estratégias instrucionais utilizadas pelas futuras professoras, no tipo de discurso utilizado, na maneira de interagir com os estudantes, entre muitos outros aspectos.

Além da situação de ensino 1 vivenciada anteriormente, acreditamos que a modelagem analógica também pode ter influenciado essa concepção das futuras professoras associada ao caráter social da aprendizagem. Isso porque, naquele processo, os futuros professores trabalharam em grupos na tentativa de compreender e representar aspectos qualitativos do equilíbrio químico por meio de analogias e modelos. Supomos que essa experiência pode ter contribuído para que as futuras professoras reconsiderassem elementos de seu conhecimento pedagógico, no sentido de atribuir importância à negociação de significados para o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades pelos estudantes.

No momento 2 da aula destinado à realização dos experimentos (vide item 7 do planejamento 2), as futuras professoras tinham como objetivos identificar as evidências experimentais e discutir os fatos observados.

É importante ressaltar que, ao contrário do que ocorreu no planejamento 1 e na aula 1, os domínios análogos (ímãs e areia e ímãs e limalha de ferro) escolhidos pelas futuras professoras são, de fato, familiares aos estudantes. Como discutido anteriormente, este é um importante aspecto do uso de analogias no ensino de Ciências, reconhecido por vários pesquisadores da área (GLYNN *et al.*, 1989; DUIT, 1991; THIELE; TREAGUST, 1994; TREAGUST *et al.*, 1998; NIEBERT *et al.*, 2012).

Supomos que o fato de planejarem uma aula sobre um tema químico também pode ter contribuído para que as futuras professoras tenham escolhido análogos mais

apropriados para a elaboração das analogias e mais familiares aos estudantes. Isso porque, a seleção de um análogo requer a identificação de similaridades relacionais entre este e o domínio alvo. Acreditamos que estas similaridades podem ser reconhecidas mais facilmente quando o professor tem conhecimento sobre o comportamento do domínio alvo. Assim, o fato de dominarem o conteúdo a ser abordado (domínio alvo) pode ter contribuído para que as futuras professoras selecionassem, entre os vários domínios análogos possíveis, aqueles que são familiares aos estudantes e que estabelecem relações de similaridade com o alvo que são mais inteligíveis.

Os autores citados acima também recomendam que, caso o análogo não seja familiar aos estudantes, sua familiaridade deve ser aumentada a partir de discussões sobre as características desse análogo. Nesse sentido, além de escolher análogos que são de fácil compreensão e familiares aos estudantes, as futuras professoras buscaram assegurar essa familiaridade, a partir da realização de experimentos e discussões sobre o comportamento desses domínios. Assim, a dupla parece acreditar que *o professor deve garantir que os estudantes compreendam adequadamente o domínio análogo*, tendo em vista que, após a realização do experimento, elas previram um momento de discussão sobre as observações realizadas, ressaltando, dessa forma, o comportamento do domínio análogo.

A realização do experimento, em específico, pode propiciar uma representação visual desse domínio pelos estudantes, auxiliando-os na compreensão da analogia (THIELE; TREAGUST, 1995; TREAGUST *et al.*, 1998; MONTEIRO; JUSTI, 2000). Dessa forma, as futuras professoras também demonstraram compreender que *a analogia deve, sempre que possível, contar com uma representação visual do análogo*.

Ao detalharem a maneira que planejaram a realização dos experimentos, as futuras professoras manifestaram a ideia de que *aspectos introdutórios sobre o domínio alvo e o domínio análogo devem ser discutidos com os estudantes antes do estabelecimento da analogia*. Além disso, ao contrário do que ocorreu no planejamento 1, as futuras professoras parecem acreditar que *os domínios alvo e análogo podem ser introduzidos de forma interativa*, ou seja, com a participação dos estudantes.

Esse último elemento já havia sido manifestado pelas futuras professoras durante as entrevistas nas quais elas refletiram sobre a aula 1. Dessa forma, tal elemento do conhecimento sobre o uso de analogias no ensino parece ter sido influenciado pela situação de ensino vivenciada pelas futuras professoras no contexto da ocupação e pela

reflexão sobre a mesma. Ademais, como destacado anteriormente, as discussões teóricas que ocorreram sobre o uso de analogias sob o paradigma da produção também podem ter contribuído para a manifestação desse elemento em diferentes momentos.

As futuras professoras pediram que os estudantes anotassem o que haviam observado nos experimentos referentes à mistura de óleo e sal em água e à mistura de areia e limalha de ferro ao ímã. Dessa forma, elas parecem julgar relevante a *identificação dos aspectos importantes dos domínios alvo e análogo* pelos estudantes, entendidos como as características destes domínios que auxiliariam na identificação das relações de similaridade entre eles.

Este elemento do uso de analogias parece ter sido influenciado pelas discussões teóricas que ocorreram durante o processo formativo, principalmente aquelas referentes ao modelo TWA. Isso porque, a identificação dos aspectos importantes dos domínios alvo e análogo é uma das etapas propostas no referido modelo.

Além disso, considerando que esse elemento não havia sido manifestado anteriormente, supomos que sua manifestação também pode ter sido influenciada pela vivência do processo de modelagem analógica no qual foi necessário que os futuros professores extraíssem dos experimentos realizados as principais evidências que explicassem o comportamento do equilíbrio químico (domínio alvo), buscassem ou criassem um análogo cujo comportamento fosse semelhante ao do domínio alvo e colocassem em correspondência as relações de similaridade entre os domínios, com base nas características principais do comportamento destes. Nesse sentido, as futuras professoras parecem ter compreendido que a identificação dessas características principais é importante para que os estudantes estabeleçam as relações analógicas almeçadas.

No evento 3 do planejamento, as futuras professoras tinham o objetivo de que os estudantes compreendessem como as interações entre as partículas influenciam a solubilidade das substâncias. Para isso, de acordo com o planejamento, seria proposto aos estudantes realizarem o mapeamento das relações analógicas em uma estrutura de quadro fornecida pelas futuras professoras, como aquela apresentada nos quadros 3 e 4 a seguir. A dupla esperava que os estudantes estabelecessem relações de similaridade como as destacadas nesses quadros.

Esse momento da aula evidencia que, para as futuras professoras, *os estudantes precisam participar do estabelecimento de relações entre os domínios* em detrimento da apresentação das mesmas de forma pronta e acabada pelo professor. De uma forma

geral, esse momento evidencia um caráter mais interativo do uso de analogias que, a nosso ver, também teve grande influência da vivência e reflexão sobre a aula 1, uma vez que este elemento emergiu durante as entrevistas 1 e 2.

Além da reflexão sobre o ensino, a vivência da modelagem analógica também pode ter contribuído para que as futuras professoras se sentissem seguras em promover a participação dos estudantes durante a discussão da analogia. Isso porque, como destacado posteriormente por elas na entrevista 4, durante o planejamento 1 e a aula 1 elas ainda não tinham clareza de como orientar os estudantes em atividades em que eles participassem da elaboração da analogia.

Segundo as futuras professoras, isso ficou mais claro após a vivência da modelagem analógica. Isso pode ter ocorrido porque, durante o processo de elaboração, crítica e reformulação de analogias vivenciado por elas, a pesquisadora e a professora formadora estiveram presentes orientando os grupos no sentido de auxiliá-los a propor modelos e analogias coerentes com os aspectos do domínio alvo que pretendiam explicar; algo que parece ter influenciado na compreensão das futuras professoras sobre como auxiliar os estudantes em atividades deste tipo.

Quadro 3 – Mapeamento das relações de similaridade entre o sistema ímã-areia e o sistema óleo-água.

Análogo (Sistema contendo ímã e areia)	Mapeamento	Alvo (Sistema contendo óleo e água)
A areia não interage com o ímã	↔	As partículas de óleo não interagem com as partículas de água
As interações entre as partículas de ímã são mais fortes que as interações entre a areia e o ímã	↔	As interações entre as partículas de água são mais fortes que as interações entre as partículas de água e de óleo

Quadro 4 – Mapeamento das relações de similaridade entre o sistema ímã-limalhas de ferro e o sistema sal-água.

Análogo (Sistema contendo ímã e limalhas de ferro)	Mapeamento	Alvo (Sistema contendo sal e água)
O ímã interage fortemente com as limalhas de ferro	↔	As partículas de água interagem fortemente com as partículas de sal

A partir do mapeamento explicitado acima é possível observar que as futuras professoras evidenciaram a compreensão de que as *analogias apresentam correspondências de relações de similaridade entre os domínios*, pois centraram sua comparação nesse tipo de correspondência, em detrimento de possíveis correspondências de atributos de objeto. Além disso, para estas futuras professoras, as

*correspondências de relações de similaridade entre os domínios devem ser explicitadas*, uma vez que elas planejaram a explicitação das mesmas nos quadros 3 e 4 apresentados anteriormente e constantes no planejamento 2.

Outro elemento do conhecimento manifestado pelas futuras professoras no planejamento é a concepção de que *analogias podem facilitar a compreensão de conceitos*. Isso ficou evidente no planejamento 2 quando as futuras professoras apresentaram o quadro com o planejamento geral da aula (vide item 6 do planejamento 2). Nele, elas apontaram que o objetivo da etapa de estabelecimento de relações de similaridade pelos estudantes seria a “compreensão de como as interações influenciam a solubilidade das substâncias”.

Acreditamos que a vivência da modelagem analógica pode ter contribuído para a manifestação dessa concepção porque, durante esse processo, as futuras professoras puderam compreender melhor os aspectos envolvidos no equilíbrio químico (domínio alvo), como destacado posteriormente por elas durante a entrevista 4. Além disso, supomos que a leitura e discussão dos referenciais teóricos durante o processo formativo também pode ter influenciado a manifestação desse elemento, uma vez que foram enfatizados os diferentes papéis que as analogias podem desempenhar no ensino.

Apesar de apontar que analogias podem facilitar a compreensão de conceitos, sua apresentação foi planejada pelas futuras professoras para ocorrer após a discussão do conceito de interações, o que evidencia a concepção de que *a analogia deve ser introduzida após a discussão do conceito*. Dessa forma, o papel realmente atribuído à analogia parece ter sido o de meramente ilustrar certos aspectos de conceitos trabalhados previamente.

Não tivemos indícios de como o processo formativo pode ter influenciado a manifestação desse elemento, uma vez que, ao contrário daquilo que as futuras professoras expressaram em seu planejamento, o que se discutiu com base na literatura da área foi a importância de que as analogias sejam introduzidas durante a discussão do conceito para que funcionem como recursos didáticos que auxiliam na compreensão deste. Supomos que a inserção da analogia após a discussão do conceito ocorreu porque as futuras professoras ainda não sabiam como promover, na prática, o ensino de um conceito com o auxílio das analogias.

Isso pode ter ocorrido principalmente por influência dos amplificadores e filtros das futuras professoras, porque eles são responsáveis por selecionar quais conhecimentos serão utilizados no ensino pelo (futuro) professor. Assim, o fato de as

futuras professoras apresentarem determinados conhecimentos não significa que eles serão, de fato, utilizados ou que elas saibam como abordar esses conhecimentos no ensino (GESS-NEWSOME, 2015A).

Essa forma de estruturar o planejamento - com a elaboração das analogias após a sistematização das ideias relacionadas ao conceito - surgiu na primeira versão do planejamento 2 enviada para a professora formadora. A professora questionou a dupla sobre esse aspecto, uma vez que, durante as aulas destinadas à elaboração do planejamento, elas haviam proposto que os estudantes estabeleceriam as relações de similaridade antes da sistematização dos conceitos. Entretanto, como foi possível observar no trecho destacado no evento anterior, as futuras professoras optaram por manter a estruturação do planejamento tal como haviam proposto.

Finalmente, as futuras professoras planejaram o fechamento da aula. Esse momento tinha como objetivo a sistematização de conceitos a partir da analogia e apresentação de suas limitações, o que evidencia suas concepções de que *é necessário tirar conclusões sobre o domínio alvo* e de que *as limitações da analogia devem ser discutidas* no ensino de Ciências.

A importância de *tirar conclusões sobre o domínio alvo*, é um elemento que não estava presente no planejamento 1 e na aula 1. Um dos fatores que podem ter contribuído para a manifestação desse elemento é o fato de que a aula 2 foi planejada para um tema químico. Essa suposição está apoiada principalmente nas ideias expressas pelas futuras professoras durante a entrevista 3, de que as aulas que envolvem conceitos químicos devem ser conduzidas de forma que ocorra uma sistematização dos conceitos científicos associados ao tema. Além do contexto para o qual as futuras professoras planejaram a aula, acreditamos que as discussões que ocorreram sobre o modelo TWA também podem ter influenciado a manifestação desse conhecimento, tendo em vista que esta é uma das etapas propostas neste modelo.

O trecho a seguir do planejamento da dupla evidencia a concepção das futuras professoras de que as *analogias apresentam limitações*, ou seja, aspectos não comparáveis entre os domínios alvo e análogo.

*Iniciaremos a discussão das limitações das analogias (aspectos que não devem ser comparados) com a seguinte questão:*

*O que vocês acham que irá acontecer se nós adicionarmos sal, água e óleo em um mesmo copo? (vide limitações no item 8 do planejamento)*

Apesar da preocupação das futuras professoras em interagir com os estudantes, parece que elas planejaram a discussão das limitações de uma forma predominantemente não interativa evidenciando a ideia de que *o professor deve apresentar as limitações*. Talvez isso tenha ocorrido devido à importância atribuída pelas futuras professoras à discussão das limitações com os estudantes, o que para elas pode significar sua apresentação pelo professor. Nesse sentido, a vivência da situação de ensino anterior e a participação no processo de modelagem analógica parecem não ter influenciado esse elemento do uso de analogia no ensino, talvez pelo fato de que, durante estes processos, as futuras professoras não tenham tido a oportunidade de refletir sobre a possibilidade de participação dos estudantes nas discussões das limitações.

#### 4.6 AULA 2:

Como já mencionado, a aula 2 ocorreu na semana em que a escola havia entrado de greve. Em função desse contexto, apenas quatro estudantes compareceram. Como previsto no planejamento, as futuras professoras iniciaram a aula se apresentando e sondando as concepções prévias dos estudantes sobre o que ocorreria ao se misturar óleo e água. O trecho a seguir ilustra esse momento:

Letícia: *Pra começar a nossa aula eu gostaria que vocês me respondessem: O que acontece quando nós adicionamos óleo na água?*

Estudantes 1, 2 e 3 afirmam juntos: *Eles não se misturam.*

Letícia: *Eles não se misturam! Porque que vocês acham que eles não se misturam?*

Estudante 1: *Por causa da densidade.*

Letícia: *Por causa da densidade? Alguém tem uma outra ideia?*

Joana: *Você acha que só isso que vai influenciar? Pensam em alguma outra coisa?* (Estudantes 1 e 2 acenam que não) *Alguém tem alguma ideia diferente da dela?* (Estudantes ficam em silêncio). *A gente vai fazer um experimento então pra observar.*

Esse trecho também nos fornece os primeiros indícios de uma mudança de postura das futuras professoras em comparação à aula 1. Enquanto naquela aula as futuras professoras demonstraram insegurança e se mantiveram presas ao que haviam escrito no slide, na aula 2 elas buscaram uma maior interação com os estudantes desde o início da aula.

Acreditamos que o *conhecimento na ação* (SCHÖN, 2000) desenvolvido pelas futuras professoras no decorrer da aula 1, principalmente no que se refere à interação

com os estudantes, parece ter sido impactante para a maneira como elas passaram a conceber esse aspecto da ação pedagógica, como destacado por elas durante as reflexões sobre a aula.

Decorrente do fato de se abrir espaço para o diálogo com os estudantes, várias concepções podem emergir, incluindo concepções alternativas sobre o assunto. Por exemplo, no trecho acima, a estudante 1 expressou a concepção alternativa já prevista no planejamento pelas futuras professoras de que o óleo e a água não se misturam, devido à diferença entre suas densidades. Em casos como esse, faz-se necessário que o professor apresente conhecimentos de conteúdo e pedagógico adequados para saber lidar com essa concepção e introduzir a discussão das ideias científicas.

Na sequência dessa sondagem, a dupla realizou a primeira parte do experimento 1, que consistia em misturar óleo e água (sistema 1). A forma como as futuras professoras realizaram esse experimento evidencia a concepção de que *aspectos introdutórios sobre o domínio alvo devem ser discutidos antes do estabelecimento da analogia*, uma vez que elas se preocuparam em discutir características importantes do domínio alvo (como o fato de água e óleo formarem uma mistura heterogênea) a partir do experimento, antes de estabelecer as relações de similaridades entre este e o domínio análogo.

Após a realização dessa primeira parte do experimento, as futuras professoras deram continuidade, questionando aos estudantes sobre o que ocorreria se fossem misturados sal e água (sistema 2):

Letícia: *E agora, se nós substituíssemos o óleo do sistema 1 e adicionássemos o sal em água. O que vai acontecer?*

Estudante 2: *Ele vai se diluir.*

Letícia: *Ele vai diluir. Alguém tem alguma outra ideia? (Estudantes ficam em silêncio) E por que ele vai diluir? Você saberia me explicar por quê?*

Estudante 2: *Não sei não.*

Letícia: *Não tem nenhuma ideia? Pensando assim na questão das interações, alguém teria alguma ideia? (Estudantes ficam em silêncio).*

Como não ocorreram manifestações adicionais dos estudantes, as futuras professoras deram continuidade à aula, realizando a segunda parte do experimento 1: a dissolução do sal em água. Nesta etapa do planejamento não foram identificados elementos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias.

Após a realização do experimento 1, as futuras professoras prosseguiram sondando as ideias dos estudantes sobre o que ocorreria no experimento 2, como ilustra o trecho a seguir:

Letícia: *Se nós adicionarmos o ímã, fecharemos o pote e sacudir. O que vocês acham que vai acontecer?*

Estudante 2: *Não faço a mínima ideia!*

Letícia: *Não faz a mínima ideia?* (Estudantes ficam em silêncio)

(Joana leva até eles o pote contendo areia e pedaços de ímã, antes de chacoalhar, para que observem como estava o sistema).

Joana: *Tá vendo? Vou fechar e vou chacoalhar agora.* (Joana realiza o experimento e mostra o resultado para os estudantes)

Letícia: *O que vocês observaram, gente? O que aconteceu nesse experimento?*

Estudante 3: *Uma atração física.*

Letícia: *Uma atração física. Atração entre quem?*

Estudante 3: *O ímã e a areia.*

Joana: *Não, nesse caso é atração entre as partículas... entre os pedacinhos, certo?* (Mostra os pedaços de ímã grudados uns nos outros).

Estudante 3: *Agora que eu vi.*

Joana: *Não ficou nenhum outro pedaço de ímã aqui na areia* (mostra o pote com areia aos estudantes). *Tá bom?* (Pergunta para o estudante 3, que acena que sim). *Agora o que vocês acham que ia acontecer se a gente substituísse a areia por limalhas de ferro? Pedacinhos de ferro?*

Estudante 2: *Eles vão se... juntar?*

Joana: *Juntar com o quê?*

Estudante 2: *Juntar com o ímã.*

Letícia: *E por que você acha que eles vão se juntar?* (Estudante 2 fica em silêncio). *Porque o que existe entre eles que vai fazer que eles se juntem?* (Estudantes ficam em silêncio). *Ninguém tem nenhuma ideia? Vocês sabem. Eu sei que vocês sabem!*

Joana: *Os pedacinhos de ferro são essas bolinhas aqui* (segura as limalhas em uma das mãos e mostra para os estudantes). *Vocês veem que não tem interação nenhuma entre elas. Vou colocar e a gente vai observar então o que vai acontecer.* (Joana realiza o experimento e mostra o resultado aos estudantes). *Como vocês previram houve a atração entre as partículas com as bolinhas de ferro. Certo?*

Observa-se que, após sondar as ideias prévias dos estudantes, as futuras professoras realizaram e discutiram o experimento que ilustrava o comportamento do domínio análogo. Isso evidencia a concepção de que *o domínio análogo deve ser discutido com os estudantes antes da elaboração da analogia*. Além disso, o fato de as

futuras professoras tentarem interagir com os estudantes durante essa discussão indica que elas parecem compreender que *os domínios alvo e análogo podem ser introduzidos de forma interativa*. Essa preocupação em discutir o domínio análogo e checar como os estudantes o compreendem indica também a compreensão de que *o professor deve garantir que os estudantes compreendem adequadamente o domínio análogo*.

É possível notar pelo trecho acima que Joana utilizou o termo “partículas” para se referir aos pedaços de ímã. Essa situação pode ter gerado incompreensões por parte dos estudantes tendo em vista que, em momentos posteriores da aula, eles foram solicitados a explicar o comportamento das partículas submicroscópicas (átomos, moléculas, íons etc.) durante a dissolução ou não dos componentes sal e óleo em água. Nestes dois casos, a palavra “partículas” foi utilizada tanto para se referir ao nível macroscópico quanto ao nível submicroscópico.

Outro aspecto importante é o de que, as futuras professoras não chamaram atenção para o fato de que as interações entre as partículas de ímã são mais fortes que as interações entre a areia e o ímã, algo que auxiliaria a pensar no comportamento das partículas submicroscópicas. Como consequência, os estudantes parecem ter percebido unicamente o fato de que houve atração entre os ímãs, desconsiderando o fato de que não houve atração entre ímã e areia.

Além disso, quando a estudante 3 mencionou que havia ocorrido uma atração física entre o ímã e a areia, Joana forneceu a resposta que almejava obter da estudante de forma direta em lugar de auxiliá-la na interpretação da evidência empírica.

As futuras professoras distribuíram uma folha de atividades para os estudantes, na qual eles foram solicitados a anotar o que foi observado nos dois experimentos. Após anotarem suas observações os estudantes foram solicitados a expressar para os demais colegas e para as professoras o que haviam anotado. Por meio dessas solicitações as futuras professoras pareciam tentar facilitar a *identificação dos aspectos importantes dos domínios alvo e análogo* pelos estudantes.

Em seguida, os estudantes foram solicitados a se organizarem em dupla para realizarem as correspondências das relações de similaridade entre os domínios. O trecho a seguir ilustra as instruções fornecidas pelas futuras professoras naquele momento:

Joana: *Então, ficou claro? A gente tem aqui quatro sistemas, certo? Eu quero que vocês... o que vocês poderiam comparar de um experimento com o outro (aponta para os dois experimentos)? O que vocês conseguiram observar? O que vocês acham que aconteceu em um que é parecido com o outro talvez. Aí, aqui tem uma tabelinha (vai*

até a mesa buscar a folha de atividade onde se encontra um quadro no qual os estudantes deveriam realizar o mapeamento)..

Estudante 1: *Aí eu vou ter que comparar o sistema 1 com o sistema 3, ou como eu quiser?*

Letícia: *Você acha que o sistema 1 é parecido com o sistema 3?*

Joana: *Ou com o 4? O que você acha? Aí, vocês vão colocar... vocês vêm que tem duas tabelinhas. Aqui vocês vão colocar qual sistema que vocês acham, do 1 ali (aponta para o experimento 1) que poderia ter semelhança com o outro (aponta para o experimento 2).*

Esse trecho evidencia ações das futuras professoras que parecem condizentes com a compreensão de que os *estudantes precisam participar do estabelecimento de relações entre os domínios*. Além disso, o fato das futuras professoras não terem indicado quais sistemas dentre os apresentados nos experimentos 1 e 2 os estudantes deveriam comparar, evidencia que elas consideram que *os estudantes podem estabelecer as relações de similaridade que consideram mais pertinentes*, em lugar de identificar apenas as relações almejadas pelo professor.

Este último elemento pode ter sido influenciado pelas discussões que ocorreram ao longo do processo formativo, principalmente com base nos referenciais teóricos que apoiam o uso de analogias sob o *paradigma da produção*. Além disso, acreditamos que a experiência do próprio contexto de ensino pode ter influenciado na manifestação desse elemento, uma vez que ele emergiu na aula 2. Possivelmente, o fato de lecionar um tema dentro de seu conhecimento de conteúdo contribuiu para que as futuras professoras se sentissem seguras em propiciar oportunidades para que os estudantes estabelecessem as relações que eles achavam pertinentes.

Somada a essas possíveis influências, consideramos que a vivência da modelagem analógica também pode ter contribuído, em grande medida, para a manifestação desse elemento. Isso porque, a modelagem analógica fundamenta-se na criação de analogias pelos próprios estudantes e, portanto, na oportunidade de estabelecerem relações de similaridade entre um domínio análogo escolhido ou criado por eles e o domínio alvo estudado.

Deixar que os estudantes estabelecessem suas próprias relações entre os domínios não parecia significar para as futuras professoras, entretanto, que este fosse um processo completamente autônomo. Ao contrário, elas demonstraram reconhecer que o *estabelecimento de relações entre os domínios deve ser um processo orientado pelo professor*, uma vez que elas auxiliaram as duplas ao longo de todo o processo de

mapeamento. Esse elemento do uso de analogias no ensino reflete um aspecto apontado pela literatura da área como importante para evitar que os estudantes estabeleçam relações não pertinentes entre os domínios, o que poderia ocasionar o desenvolvimento de concepções alternativas sobre o conceito estudado (MOZZER; JUSTI, 2015).

Tal como o elemento anterior, acreditamos que este pode ter sido influenciado pelas discussões que ocorreram durante o processo formativo sobre o uso de analogias conforme o paradigma da produção e pela vivência da modelagem analógica. Neste processo as futuras professoras, juntamente com os demais integrantes do grupo, contaram com o auxílio da professora formadora e da pesquisadora, que auxiliavam não só no estabelecimento de relações de similaridade entre os domínios, mas também na identificação das limitações da analogia. Supomos que a experiência do contexto de ensino vivenciado também pode ter contribuído para que as futuras professoras expressassem esse conhecimento, uma vez que ele ainda não havia sido manifestado nas etapas anteriores. Consideramos que esta influência da experiência do contexto de ensino 2 pode ter ocorrido, porque, quando as futuras professoras propiciaram oportunidades para que os estudantes estabelecessem as relações de similaridade entre os domínios, elas perceberam as dificuldades enfrentadas por eles durante este processo. Isso justifica o fato delas julgarem importante orientá-los no estabelecimento das relações de similaridade.

Após os estudantes estabelecerem as relações entre os dois domínios, as futuras professoras escreveram estas relações no quadro e discutiram-nas:

Joana: *Primeiro, qual sistema que vocês compararam com qual? Pra gente saber se todo mundo pensou nos mesmos sistemas* (pergunta aos estudantes 2 e 3).

Estudante 3: *O um e o três.*

Letícia: *O sistema um e o três. Vocês relacionaram o sistema um e o três também?* (pergunta às estudantes 1 e 4)

Estudante 4: *O primeiro foi.*

Joana: *Então vamos colocar aqui o sistema um e o três* (Anota no quadro).

Estudante 2: *O segundo vai ser o terceiro e o quarto* (comenta com a estudante 4).

Joana: *Então vamos colocar aqui.*

Estudante 4: *Não! Ele falou errado é dois e quatro.*

Joana: *Mas vocês colocaram qual?* (perguntas aos estudantes 2 e 3)

Estudante 2: *Dois e quatro.*

Joana: *Dois e quatro* (anota no quadro). *Vocês compararam estes dois sistemas. Agora*

*a gente vai ver as relações que vocês fizeram, se são iguais.*

Joana: *Então o que foi a primeira coisa que você comparou? Qual a primeira semelhança que você vê? O que você conseguiu relacionar?* (pergunta para estudante 2)

Estudante 2: *O que eu consegui relacionar com o três?*

Joana: *Isso.*

Estudante 2: *Que... no sistema um e no sistema três a... eh... as substâncias não se misturam.*

Letícia: *E no sistema três?*

Estudante 2: *Também não.*

Letícia: *As substâncias não se misturam. Tá bom. E vocês, meninas?* (Pergunta para as estudantes 1 e 4).

Estudante 4: *A mesma coisa que eles falaram. Porque a água e o óleo não se misturam e a areia e o ímã também não se misturam.* (Estudante 1 pede que a estudante 4 leia também a continuação da resposta) *Ah! Tem uma observação também. As partículas de água ficaram na parte inferior e as do óleo na parte superior. E as partículas do ímã estão interagindo entre si, mas não com a areia.*

Letícia: *Sim. Muito bem.* (Joana escreve no quadro o mapeamento) *Agora na outra relação que vocês fizeram entre o sistema dois e o sistema quatro. O que vocês colocaram?*

Estudante 2: *As partículas de sal com a água se misturaram.*

Letícia: *Sim.*

Estudante 2: *E o ímã com as limalhas de ferro também.*

Letícia: *Se misturaram. E vocês meninas? O que vocês colocaram?* (pergunta as estudantes 1 e 4).

Estudante 4: *A água e o sal se misturou, pois o sal diluiu na água. E... assim como o ímã se junta com a limalha de ferro.*

Letícia: *Então gente, agora nós vamos discutir as relações que vocês fizeram. Eh... quando nós, por exemplo, nesse sistema um (mostra o sistema 1) que é composto por moléculas de óleo e moléculas de água o termo mais adequado é nós falarmos que as moléculas de água elas não se dissolveram nas moléculas de óleo. Por quê? Nesse caso, as interações que as moléculas de água estabelecem entre elas é muito forte. É uma interação muito forte quando comparadas com as interações que as moléculas de óleo fazem entre elas. Que as moléculas de óleo exercem entre elas próprias, óleo com óleo. Tudo bem? E por isso, as moléculas de água interagem apenas entre elas e não ... elas não irão eh... tipo assim... como eu posso falar. Elas não irão... A atração entre elas é muito intensa, por isso que elas não vão interagir com as moléculas do óleo.*

Joana: *São mais fortes, né?! As interações.*

Letícia: *Isso. As interações entre as moléculas de óleo e água são mais fracas quando comparadas as interações das moléculas de água.*

Joana: *Então essa é uma relação que a gente poderia fazer no caso das partículas. Porque, como vocês colocaram, as substâncias não se misturam, ou seja, as partículas*

*de água não interagem com as partículas do óleo. Da mesma maneira, a gente pode relacionar com as partículas... pedaços do ímã, que não se misturam com os pedaços da areia. Certo?*

O trecho evidencia que as futuras professoras não só promoveram a interação, mas também levaram em consideração os pontos de vista dos estudantes, uma vez que elas realizaram o mapeamento da forma explicitada por eles. Após considerarem as relações estabelecidas pelos estudantes entre os domínios, elas traduziram os termos utilizados por eles para a linguagem científica. No que se refere aos conhecimentos das futuras professoras, o primeiro desses indícios está relacionado ao seu conhecimento pedagógico em desenvolvimento, uma vez que elas buscaram cumprir os objetivos de ensino para aquela aula, o que inclui a introdução dos conceitos científicos. O segundo, diz respeito ao conhecimento sobre o uso de analogias no ensino, uma vez que ao introduzirem os termos científicos e discutirem novamente as relações com base nesses novos termos, as futuras professoras evidenciaram que *o professor deve assegurar que os estudantes estabeleçam as relações analógicas almejadas.*

Este elemento do uso de analogias no ensino pode ter sido influenciado pelas discussões teóricas que ocorreram ao longo da disciplina Práticas de Ensino de Química 1, nas quais salientou-se a importância de que o professor garanta que os estudantes mapeiem relações de similaridades pertinentes entre os domínios. Somando-se a isso, a vivência da modelagem analógica também pode ter contribuído no sentido de proporcionar ocasiões nas quais as futuras professoras puderam refletir sobre *como* assegurar que os estudantes estabeleçam tais relações. Consideramos ainda, que a experiência do contexto de ensino influenciou para a manifestação desse elemento, porque a aula tratava de um conteúdo da química e isso pode ter impactado nas ações das futuras professoras de tentar assegurar que os estudantes estabelecessem as relações analógicas almejadas.

Um elemento importante manifestado pelas futuras professoras no momento da aula 2 - contrariando o que haviam planejado para essa aula - é o de que *a introdução da analogia deve ser realizada durante a discussão do conceito* de interação e não após a discussão do mesmo. Como mencionado pelas futuras professoras durante a entrevista 3, isso possibilita que os estudantes expressem suas dificuldades sobre a temática. Nesse sentido, parece que elas refletiram *na ação* a respeito de seus conhecimentos sobre o uso de analogias no ensino, uma vez que naquele contexto de ensino os estudantes

demonstraram algumas dificuldades que foram identificadas por elas durante a caracterização introdutória dos domínios análogo e alvo.

Além da experiência do contexto de ensino, na disciplina discutiu-se a importância de que as analogias não sejam introduzidas como mera ilustração dos conceitos e na modelagem analógica as futuras professoras elaboraram, criticaram e reformularam analogias e modelos, na medida em que iam refinando seus conhecimentos sobre o domínio alvo. Isso pode ter influenciado sua compreensão das analogias como recursos potenciais para a elaboração de novos conhecimentos sobre o alvo, o que justifica sua introdução durante a discussão do conceito.

As futuras professoras deram continuidade à aula, explicando aos estudantes o que ocorre no sistema 2 (sal e água) em termos das interações entre as partículas. Em seguida, a pedido da professora formadora, elas retomaram a relação estabelecida pelos estudantes. Ao fazerem isto, as futuras professoras utilizaram os termos científicos mais adequados como “dissolveram” em lugar de “misturaram” (o qual havia sido usado pelos estudantes). Por outro lado, as futuras professoras utilizaram a expressão inadequada de que as “*moléculas de água elas não se dissolveram nas moléculas de óleo*”, o que poderia levar os estudantes a imaginar que uma molécula pode ser dissolvida em outra, em lugar de compreenderem a dissolução como um fenômeno no qual um soluto é dissolvido no solvente por meio das interações estabelecidas entre as suas partículas, sejam essas moléculas, átomos ou íons.

Antes de estabelecerem as limitações da analogia, as futuras professoras retomaram a primeira comparação entre os sistemas 1 e 3, explicando-a novamente em termos das interações ocorridas. Após a retomada da explicação, a estudante 1 expressou novamente a concepção de que a densidade pode influenciar para que água e óleo não se “misturem”, como ilustra o trecho a seguir:

Estudante1: *E isso aí da água e óleo tem a ver com a densidade também?*

Joana: *Tem também, porque a densidade da água é maior do que a densidade do óleo. Mas não é só isso que explica, porque a gente tem as interações também.*

Letícia: *É. A gente tem que levar em consideração que existem interações entre as moléculas de água. No caso, por isso que elas são mais intensas e elas não vão, no caso, interagir com as de óleo. Mas a densidade não é a única explicação para esse fato.*

Pesquisadora: *E se a gente pensar, por exemplo, na densidade da água e do sal?*

Joana: *Eu ia fala isso agora! Porque a gente não pode levar só a densidade em consideração também porque, por exemplo, a água com álcool, o etanol... o que vocês*

*acham que acontece?*

Estudante 1: *Mistura.*

Letícia: *Pensando nas interações, porque eles misturam? As interações existentes entre eles são o quê?*

Estudante 1: *São iguais?*

Letícia 1: *São iguais (se refere ao tipo de interação). Muito bem. Por isso que eles irão... as partículas... a interação que existe entre a partícula de água e a partícula de óleo é mais forte do que as interações que existem apenas entre as partículas de água com as de água e as de óleo. Desculpa, eu estou falando óleo. É de álcool! Nós não estamos falando de álcool?! (Estudantes acenam que sim) Então, falei óleo sem querer. A interação que existe entre as partículas de água com as do álcool são mais intensas que as interações existentes apenas entre as moléculas de água com a água e as de álcool com as do álcool. Por isso que elas interagem umas com as outras. As interações entre essas moléculas são muito intensas. São iguais (novamente se refere ao tipo de interação).*

Professora formadora: *Então, pensando nas interações, pede pra eles explicarem o caso da água e do óleo em termos dessas forças das interações. Deixe a discussão da questão da densidade para depois e pense na força das interações.*

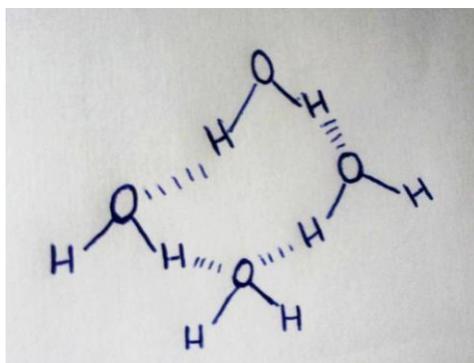
Estudante 1: *A interação das partículas do óleo entre si é muito forte e não se mistura com água.*

Joana: *É ao contrário.*

Estudante 1: *É (risos). A da água é muito forte e não se mistura com a do óleo.*

Joana: *Exatamente. A da água é tão forte que elas só interagem entre si. Entre as partículas de água. Deixa eu fazer aqui que fica mais claro (desenha moléculas de água se interagindo conforme reproduzido na figura 6). Se eu tenho, por exemplo, partículas de água, elas vão interagir entre si. Elas vão estar interagindo entre si, certo? Não vai haver interação com as partículas do óleo. A interação entre as moléculas de óleo com água é mais fraca do que a interação entre as partículas de água, certo?*

Figura 6<sup>13</sup> - Representação das interações entre as moléculas de água



Letícia: *Agora, pensando na questão da densidade que a estudante 1 falou. Por exemplo, a estudante 1 me disse que a água não vai se... o óleo não vai se dissolver na*

<sup>13</sup> Esta é uma reprodução do desenho feito no quadro por Joana. O desenho original não foi registrado em sua totalidade pela filmadora devido ao posicionamento da mesma.

*água. Por quê? Porque a água é muito densa e ela fica em baixo e o óleo é menos denso e fica em cima. Não é isso que você falou? (Estudante 1 acena que sim) Só que agora vamos pensar nesse sistema (segura o sistema 2 contendo água e sal) nós temos aqui sal dissolvido em água. Vocês acham que a densidade da água é a mesma densidade do sal?*

Estudante 1: *Não.*

*Letícia: Não! Porque a densidade é uma propriedade específica. Cada substância tem uma densidade diferente. Então, como que eles têm densidades diferentes e estão dissolvidos? Estão interagindo entre si? (Estudante 1 acena como se tivesse entendido onde a futura professora queria chegar) Entendeu? Por isso que nós não podemos olhar só a densidade, nós temos que entender também quais são as interações e a intensidade dessas interações. Se elas são fortes ou fracas no caso (estudantes acenam concordando).*

Apesar de evidenciarem aspectos importantes de seus conhecimentos ao discutirem as concepções alternativas dos estudantes e lançarem mão de representações para facilitar a compreensão dos estudantes, as futuras professoras demonstraram incompreensão sobre um aspecto do conteúdo a ser trabalhado. Isso porque, em lugar de explicitarem aos estudantes que a densidade não explica a dissolução, a forma com que elas abordaram o conteúdo pode ter levado os estudantes a pensar que a densidade, além das interações, poderia de alguma forma explicar a dissolução, mesmo não sendo o fator principal a ser considerado.

Os trechos apresentados até o momento indicam também que as futuras professoras consideram que *é necessário tirar conclusões sobre o domínio alvo*, uma vez que, após as discussões sobre o mapeamento das relações, elas sistematizaram os principais comportamentos do domínio alvo, explicitando-os em termos científicos.

Além disso, é possível observar que, orientados pelas futuras professoras, os estudantes estabeleceram as correspondências de relações de similaridade almejadas por elas, as quais haviam sido destacadas no planejamento 2. Como discutido na subseção que trata deste planejamento, isso evidencia seu conhecimento de que *as analogias apresentam correspondências de relações de similaridade entre os domínios*. Adicionalmente, ao transcreverem tais relações no quadro, de forma que todos tivessem acesso a elas, as futuras professoras forneceram novas evidências de sua compreensão de que *as correspondências de relações de similaridade entre os domínios devem ser explicitadas*.

Conforme ilustra o trecho a seguir, as futuras professoras parecem compreender que *analogias apresentam limitações* e que, no ensino de Ciências, *as limitações da*

*analogia devem ser discutidas (algo que também foi evidenciado nos planejamentos e aula anteriores):*

Joana: *Aqui (aponta para o sistema 1) eu tenho o sistema água e óleo e aqui (aponta para o sistema 3) eu tenho o ímã e a areia, certo? Então são coisas diferentes. Então, nem tudo a gente consegue comparar. Vocês conseguem fazer uma relação de alguma coisa que eu não posso comparar assim diretamente? Conseguem pensar? São situações semelhantes, mas não é a mesma coisa. Vocês conseguem entender isso? A gente fez uma comparação.*

Estudante 1: *Anram... mas não são a mesma coisa.*

Joana: *Não são a mesma coisa. As situações que eu tenho são diferentes, certo? (estudantes acenam que sim) Então tá. Eu vou falar pra vocês uma delas. Nesses dois casos aqui (aponta para os sistemas 1 e 3) a gente comparou duas substâncias, certo? Eu tenho aqui água e óleo (segura o sistema 1). Aqui (pega o sistema 3), eu tenho areia e ímã. Mas vai existir situações que eu vou ter mais de duas substâncias. Por exemplo, (segura o sistema 2) aqui eu tenho água e sal. E se eu colocar óleo aqui, o que vocês acham que vai acontecer?*

Estudante 3: *Tipo, no caso, o óleo vai continuar interagindo com o óleo e não vai interagir com a água.*

Joana: *Então a interação entre eles vai continuar sendo fraca. Mas no caso desse sistema eu vou ter quantas substâncias?*

Estudante 3: *Três.*

Joana: *Eu posso então ter sistemas que tenham mais de duas substâncias. Nesse caso então é diferente. Eu posso ter vários sistemas com mais de duas ou três substâncias interagindo entre si, mas eu posso continuar relacionando ele com esse sistema (pega o sistema 1) que, ainda assim, tem duas substâncias. Nesse caso (aponta para o sistema 1), eu vou ter duas fases e, no outro (pede para Letícia adicionar óleo ao sistema 3), eu vou ter três substâncias, mas eu também vou ter duas fases.*

Estudante 2: *Mas igual ela fez ali, misturou o óleo na água com sal. E se misturasse o álcool na água com sal?*

Joana: *Ia ter interação.*

Estudante 2: *As situações iam ser diferentes?*

Letícia: *As situações iam ser diferentes. Muito bem! As três substâncias iriam interagir entre elas.*

Professora formadora: *Na verdade ia ter uma competição.*

Estudante 2: *Eu escutei falar que o sal ia... Que o sal ele se separava<sup>14</sup>.*

Professora formadora: *Ele se separava. Mas por que você acha que isso acontece? (Estudante 2 fica em silêncio).*

Joana: *É igual ela começou a falar. Vai ter uma competição, porque os três estão*

<sup>14</sup> O experimento no qual álcool era adicionado em uma solução de água com sal havia sido demonstrado e discutido em outra turma do 2º ano daquela mesma escola no dia anterior, por outro grupo de futuros professores de Química da UFOP.

*interagindo entre si, certo? Eu vou ter então água eh... álcool, no caso o etanol e as partículas de sal. Então, o que tiver maior interação, no caso o álcool com a água, eles têm maior interação do que a água com o sal. Por isso que ele precipita. Ele precipitar, no caso, é ele se separar. Entendeu?*

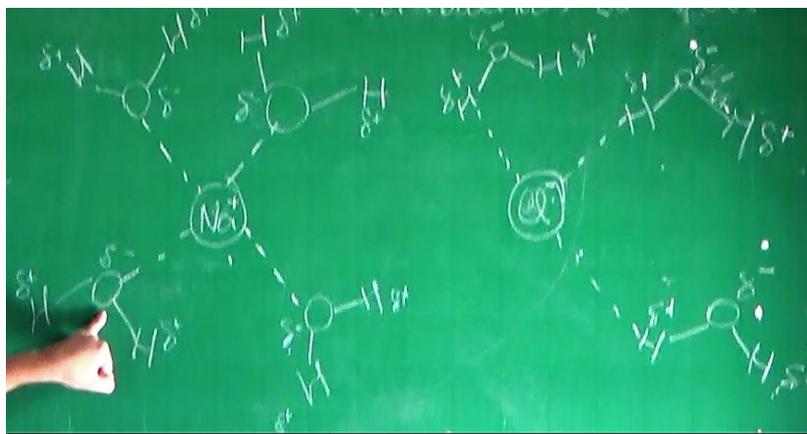
*Estudante 3: E tipo, se misturasse o álcool com o óleo ia acontecer a mesma coisa que a água e o óleo.*

*Letícia: Sim, porque as interações do álcool são próximas às da água (se refere à intensidade). No caso do sistema do álcool com o óleo, as interações do álcool com o álcool são mais fortes, então elas vão interagir... as partículas vão se interagir entre elas e não com o óleo. Ficou claro isso? (Estudantes acenam que sim)*

*Joana: Então agora voltando nessa diferença que a gente tá falando, aqui (aponta para o sistema 3 ao qual adicionaram óleo) agora eu tenho três substâncias, certo? E nesse caso aqui (aponta para o sistema 1) eu tenho duas. Então assim, existe essa diferença. Tá claro? (Estudantes acenam que sim)*

*Letícia: Bom, um outro aspecto que apresenta diferença entre os sistemas que nós comparamos é o fato de que, no sistema envolvendo a limalha de ferro com o ímã eles serão atraídos até que eles estabeleçam um contato físico (aproxima o ímã da limalha de ferro até os dois se encostarem), não é mesmo? (...) E nas partículas não é isso que acontece. Por quê? Como eu expliquei aqui pra vocês, as partículas interagem entre si... elas interagem... elas estabelecem interações à distância. Tá vendo aqui que a molécula de água (aponta para a representação das interações entre as moléculas de água e os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  na figura 7).*

Figura 7- Representação das interações entre os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  e as moléculas de água



*Joana: Elas não chegam a se encostar uma na outra, assim como tem esse contato físico entre o ímã e a limalha. As partículas... uma não está assim grudada uma na outra. Elas vão estar interagindo, mas em uma distância mínima, certo? Vocês conseguem entender que a partícula não tá grudada uma na outra igual esses dois aqui (mostra a limalha grudada no ímã)?*

*Letícia: Ao aproximar uma molécula de água a uma certa distância do cátion sódio (aponta para o desenho no quadro representado pela figura 7) já vai haver uma interação, elas não precisam necessariamente de se chocar uma na outra pra que ocorra essa interação. Ficou claro isso?*

*(Estudantes acenam que sim)*

Joana: *Então, terminando essa fala da Letícia, quando então eu tenho essa interação, entre as partículas do ímã eu tenho uma interação que é magnética. Certo? Do mesmo jeito que eu tenho também quando eu tenho o ímã com a limalha de ferro. É uma atração magnética. E no caso das interações entre as partículas de água com o sal, ou as partículas de água como óleo, eu tenho interação eletrostática que foi isso que a Letícia explicou aqui* (aponta para o desenho que representa as interações dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  com a água).

Professora formadora: *interação eletrostática é interação entre o que, então?*

Letícia: *Envolvem atração entre cargas opostas. Aí no caso* (aponta novamente para o desenho), *a partícula com carga positiva será atraída pela partícula com carga negativa e assim vão ocorrer as interações. Com as diferenças de cargas. Ficou claro isso?*

Joana: *A interação aqui* (aponta para o desenho das interações no quadro) *é diferente da interação aqui* (segura o ímã com as limalhas). *Aqui* (levanta a mão com o ímã e as limalhas) *eu tenho atrações magnéticas e essa aqui* (aponta para o desenho no quadro) *eletrostática, que são interações entre cargas.*

Essa transcrição evidencia que as futuras professoras promoveram mais um momento de interação com os estudantes. Essa participação dos estudantes - a qual pode ser exemplificada pela proposição por um dos estudantes da situação hipotética da adição de álcool ao sistema água e sal estudado - nos dá indícios da eficácia das estratégias instrucionais utilizadas para engajá-los (experimentação, trabalho em grupo, analogia) e para desenvolver seu conhecimento científico sobre o tema.

Todavia, em lugar de fazerem uso dessa situação hipotética proposta para avaliar se os estudantes eram capazes de aplicar os conhecimentos em desenvolvimento para explicar situações similares às estudadas, as futuras professoras forneceram repostas imediatas aos questionamentos. Isso pode ter ocorrido pelo entusiasmo com as perguntas formuladas pelos estudantes, que evidenciavam para elas momentos de participação espontânea. No entanto, essa ação das futuras professoras é indicativa de lacunas no conhecimento pedagógico em desenvolvimento.

O trecho apresentado anteriormente ilustra também as intervenções realizadas pela professora formadora na tentativa de contribuir para a formulação de explicações pelos estudantes, para o esclarecimento de significados científicos e de chamar a atenção das futuras professoras para a importância desses aspectos. Por exemplo, quando o estudante 2 afirmou que o sal se separaria da água ao adicionar álcool ao sistema, a professora formadora buscou instigá-lo a pensar porque isso ocorreria. Em outro momento, a professora formadora direcionou a discussão de forma que as futuras

professoras explicitassem para os estudantes o significado de interações eletrostáticas, algo que não estava claro na explicação das mesmas.

Apesar das ricas interações que ocorreram, como planejado, as limitações da analogia foram apresentadas pelas futuras professoras de forma expositiva, o que evidencia a concepção de que *o professor deve apresentar as limitações*, embora os estudantes tenham participado das discussões ao longo de todo o processo. Um fator importante a ser considerado com relação à discussão das limitações das analogias é que, no caso específico dessa aula, ainda que tal discussão tenha ocorrido de forma expositiva, ela parece ter contribuído não só para ressaltar os aspectos que não devem ser comparados entre os domínios (GLYNN, 1991; THIELE; TREAGUST, 1994; VENVILLE, 2008; OLIVA; ARAGÓN, 2009), mas também para estimular os estudantes a pensarem em situações em que eles poderiam utilizar os conceitos aprendidos durante a aula.

Ademais, essa aula apresentou características bem diferentes da primeira. Enquanto na primeira as futuras professoras mostraram-se inicialmente inseguras, interagindo pouco com os estudantes, nesta segunda, ocorreram interações desde o início da aula. Além disso, as estratégias de ensino utilizadas pelas futuras professoras para abordar o tema foram mais variadas: analogia, discussões entre os estudantes, experimentos, observação, anotações em folhas de atividades. Isso parece ter refletido no comportamento dos estudantes, os quais se mostraram engajados ao longo de toda a aula.

Diante do exposto até aqui, esses elementos do conhecimento pedagógico manifestados pelas futuras professoras na segunda aula parecem ter sido influenciados principalmente pela vivência e reflexão sobre a aula 1; pela vivência da modelagem analógica e pelo contexto de ensino vivenciado durante a aula 2. Com relação a este último aspecto, embora o contexto vivenciado durante a aula 2 também tenha apresentado uma artificialidade acentuada, devido aos poucos estudantes presentes, acreditamos que o fato de se tratar de um tema inerente à química pode ter contribuído, em grande medida, para que esta aula tenha apresentado características tão diferentes da aula 1, devido ao conhecimento de conteúdo mais elaborado sobre o tema.

As entrevistas 3 e 4 discutidas a seguir nos fornecem evidências adicionais para apoiar as suposições destacadas acima, a partir da reflexão das futuras professoras sobre o processo vivenciado.

#### 4.7 ENTREVISTA 3: REFLEXÕES SOBRE O PLANEJAMENTO E A AULA 2

Na entrevista 3, como na aula 2, as futuras professoras evidenciaram sua incompreensão sobre o aspecto do conteúdo de que a densidade não interfere na solubilidade, como ilustra o trecho a seguir:

Joana: *Na verdade, eu quis dizer assim: nesse sistema (se refere ao sistema contendo água e óleo) pode até explicar (se refere ao conceito de densidade), porque tem separação.*

Professora formadora: *O que explica é o que vocês estavam reforçando com eles (se refere aos estudantes), que era a interação. Pelo jeito que vocês falaram não é só a densidade que determina, é a densidade e as interações. (...) Vocês poderiam levar pra eles a informação de que a densidade do sal é maior do que a da água e ele dissolve na água. A densidade do álcool é menor do que a da água e ele dissolve na água.*

Joana: *Nesse caso a gente até falou, né? Que por exemplo, a água e o álcool vão interagir...*

Letícia: *Mas a gente não falou que a densidade não influencia.*

Joana: *É. Então foi uma falha nossa.*

Somente a partir das discussões promovidas pela professora formadora durante as entrevistas, as futuras professoras parecem ter compreendido que a densidade dos componentes de uma mistura não influencia na sua dissolução. Além disso, elas reconheceram que este aspecto foi abordado de maneira incorreta na aula que ministraram. Esse e outros momentos de intervenção e discussão comentados anteriormente ressaltam a importância da reflexão no aprimoramento dos conhecimentos dos futuros professores.

As futuras professoras também manifestaram suas impressões a respeito do papel da analogia utilizada na aula. No trecho transcrito a seguir, Joana evidenciou seu entendimento de que *analogias podem facilitar a compreensão de conceitos*:

*Eu acho que talvez ... talvez seria mais fácil de trabalhar com analogia... vendo a realidade (se refere à realidade de aprendizagem de Ciências dos estudantes), que eles tem muita dificuldade. Talvez conseguindo fazer essas comparações com coisas simples é mais fácil deles entenderem do que às vezes eu chegar aqui e falar ou mostrar... por exemplo, um modelo também, mas um modelo difícil eles não vão conseguir compreender de cara.*

Um aspecto criticado por elas durante essa entrevista foi com relação ao uso de analogias após a explicação do conceito de interação, tal como haviam previsto no planejamento. A esse respeito, as futuras professoras fizeram os seguintes comentários:

Letícia: *No final da aula não ia nem ter o que discutir.*

Joana: *Tipo assim, a gente não ia perceber o grau de dificuldade que eles têm. A gente ia chegar e falar, falar, falar e aí, tipo assim, eles iam escrever o que a gente queria ouvir. Entendeu?*

Letícia: *Verdade.*

Por meio dessa crítica, elas evidenciaram considerar mais adequado que *analogias fossem introduzidas durante a discussão do conteúdo científico*. Caso contrário, elas não possibilitariam que os estudantes expressassem suas dificuldades sobre a temática. A partir dessa reflexão *sobre a ação*, as futuras professoras forneceram mais argumentos sobre a mudança que realizaram no uso da analogia com relação ao planejamento 2.

A dupla também comentou sobre o uso da terminologia partícula para se referir aos pedaços de ímã e limalha:

Professora formadora: *Agora eu queria que vocês analisassem o uso da terminologia partícula, usada por vocês para os sistemas que vocês estavam comparando. Vocês utilizaram o termo partículas para falar da água e óleo; e água e sal, mas também usaram partículas pra falar da areia e do ímã e do ímã e limalha.*

Letícia: *Eu acho que a gente fez uma confusão na nossa própria cabeça.*

Joana: *É. Mas depois, assim, eu corrigi. Que não é partícula é pedaço. Porque ali eu não tenho partículas. No início a gente tava confundindo, tava falando partícula de ímã. Porque a gente tava querendo deixar claro pra eles: ah vocês têm que associar isso aqui (se refere aos pequenos pedaços de ímã) com isso aqui (se refere às partículas de água). Partículas disso com partículas daquilo, mas não era partícula. Até porque se não ficaria só um experimento.*

Letícia: *Lá no sistema 1 era composto por óleo e água. Aí nós tínhamos partículas de óleo que iriam... aqui no caso não iriam interagir com as partículas de água. E no outro experimento, que envolvia o ímã, eh... seriam pedaços de ímã que não seriam atraídos... que a areia não seria atraída pelos pedaços de ímã.*

Como é possível observar pelo trecho acima, após refletirem junto com a professora formadora sobre o uso do termo partículas para se referir ao ímã, as futuras professoras chegaram à conclusão de que a forma como fizeram uso desse termo durante a comparação foi inapropriada.

Ao final da entrevista as futuras professoras fizeram uma análise comparativa entre as aulas 1 e 2:

Joana: *É mais difícil, né?! Você chegar e trabalhar direto a química.*

Professora formadora: *Você acha mais difícil?*

Joana: *Eu acho mais difícil, porque tipo assim, você tem que partir ...*

Letícia: *Mas é um tema que eu já estudei sobre ele, já tenho meus conhecimentos formados sobre a questão de interação e solução. Até porque a gente não aprofundou nas questões... na... tipo assim classificar as interações, quais são as interações, a gente não fez isso, a gente só introduziu que existem as interações e elas tem diferentes intensidades, né?! Ah... eu achei mais fácil.*

Joana: *É, mas eu penso assim, tem que ficar claro pra gente, pra gente conseguir ensinar pra eles. Por exemplo, a gente fez algumas confusões como de densidade e a gente tá ensinando isso pra eles, entendeu? Então assim, acho que tem que ficar bem claro pra gente, pra gente ensinar, no caso.*

Letícia: *Mas tem outra questão: racismo, tem muitos pontos de vista diferentes sobre racismo. É uma questão delicada de você entrar dentro da sala e falar sobre isso. E química, de certa forma, é tipo assim... conceito e tal...*

Joana: *Mas por outro lado, racismo você tá ali conversando, você quer ouvir o que que ele acha. Agora a química você tá ensinando eles. Igual, por exemplo, de início eles tinham uma dificuldade muito grande.*

Professora formadora: *Mas vocês deixaram de ouvir a opinião deles (se refere à situação de ensino do conteúdo químico)?*

Joana: *Não, também não, mas aí eu teria que tá formulando uma ideia mais científica, né?! Teria que tá estruturando a ideia dele.*

O trecho acima evidencia a concepção das futuras professoras de que é importante apresentar um bom conhecimento de conteúdo para abordar a temática. As futuras professoras também parecem reconhecer o fato de que em certos momentos da aula 2, elas fizeram algumas confusões conceituais sobre o assunto que estavam discutindo.

Por outro lado, para as futuras professoras, apenas o conhecimento de conteúdo não é suficiente para garantir uma boa aula. Isso fica evidente na fala de Joana no final do trecho transcrito, quando ela expressa a dificuldade de conduzir a aula em direção ao conteúdo científico, considerando a necessidade de estruturação das concepções dos estudantes a partir de uma nova base conceitual.

Apesar de reconhecerem a necessidade de discutir os pontos de vista dos estudantes, parece que esse elemento do conhecimento manifestado pelas futuras professoras estava associado, sobretudo à discussão das ideias prévias dos estudantes sobre o conceito científico (como as concepções alternativas apresentadas por eles). Isso porque, quando se depararam com uma situação na qual um dos estudantes buscava compreender como ocorreriam as interações, caso fosse adicionado álcool a um sistema

composto por sal e água (situação hipotética), elas forneceram uma resposta imediata, sem abertura para a discussão de possíveis explicações formuladas pelos estudantes para o fenômeno. Isso pode estar relacionado ao fato de que, como já mencionado, as futuras professoras passavam pela sua segunda experiência de ensino e, por esse motivo, elas não haviam tido diferentes oportunidades de experimentar e refletir sobre diferentes situações da prática que lhes possibilitassem desenvolver seu conhecimento pedagógico neste sentido.

Por último, as futuras professoras comentaram sobre a participação dos estudantes ao longo das aulas:

*Joana: Eu acho que quanto mais você eh... permitir que eles participem, a aula fica mais dinâmica e acho que fica mais... mais fácil da gente conseguir trabalhar e chegar em cada um. Acho mais fácil do que só chegar lá e falar assim... Igual, por exemplo, a analogia do racismo a gente chegou lá e fez. Deixou tudo claro pra eles. A gente deixou tudo claro e só deu voz com as nossas perguntas.*

*Letícia: A gente chegou: aqui tá o ratinho, é assim que isso funciona, nós estamos comparando isso, isso e isso...*

*Joana: E aqui não. Meio que na aula inteira a gente deixou eles participarem.*

*Letícia: A gente colocou com as palavras deles o mapeamento. Eu achei melhor.*

As futuras professoras evidenciaram, dessa forma, a ideia de que a interação com os estudantes torna a aula mais dinâmica. Elas reconheceram esse aspecto contrastando a aula 1 com a aula 2. Isso evidencia novamente a importância dessa primeira experiência de ensino para que as futuras professoras pudessem repensar certos aspectos de sua prática pedagógica. Essas ideias estão em consonância com aquelas apresentadas por autores como Shulman (1986); Gauthier *et al.* (1998); Tardif (2002); Diniz-Pereira (2011a) e Pimenta (2012), os quais salientam a importância dos saberes advindos da prática docente para a atuação dos professores.

#### **4.8 ENTREVISTA 4: REFLEXÕES SOBRE A MODELAGEM ANALÓGICA E A AULA 2**

A entrevista 4 consistiu não só na reflexão sobre a aula 2 pelas futuras professoras, mas também sobre o processo de modelagem analógica vivenciado por elas durante a disciplina Práticas de Ensino de Química I. Isso porque, esse processo parece ter influenciado a forma com que as futuras professoras abordaram a analogia na aula 2 e, de forma mais ampla, parece ter contribuído para a sua compreensão de analogias e do seu uso no ensino.

Ao longo da entrevista sobre modelagem analógica, as futuras professoras expressaram suas opiniões acerca do processo vivenciado:

*Letícia: Eu acho que, tipo assim, a gente ter elaborado primeiro a analogia e depois eh... a professora formadora e você (pesquisadora) apresentaram uma situação em que a gente teve que reformular, né?! No caso da reformulação, isso favorece ainda mais o aprendizado. Eu acho que isso é assim...*

*Joana: Eu acho que o grupo facilitou. A gente ter trabalhado em grupo ficou mais fácil pra criar a analogia. Do que se partisse, por exemplo, de cada um individual pra criar.*

*Pesquisadora: E por que esse... trabalhar em grupo fez a diferença?*

*Joana: Porque eu acho que a gente conseguiu ir pegando ideias, assim, que cada um tinha específica e aí, tipo assim, a gente conseguiu chegar na analogia para explicar equilíbrio químico.*

Como é possível observar pelo trecho anterior, as futuras professoras destacaram o fato de que a elaboração, crítica e reformulação de analogias podem favorecer a aprendizagem de conceitos científicos. Além disso, Joana destacou o fato de que o trabalho em grupo foi importante para que se chegasse a uma analogia capaz de explicar os aspectos do equilíbrio químico, a partir da negociação de ideias entre os integrantes do grupo.

As futuras professoras também destacaram o papel das analogias nesse processo de modelagem analógica. Como evidencia o trecho a seguir, elas reconheceram dois papéis diferentes das analogias: *facilitar a compreensão do modelo*; e *complementar aspectos que o modelo não representa*.

*Letícia: Eu acho que a analogia vem pra... meio que pra facilitar a compreensão do modelo. Pra tornar mais assim... explícito o modelo, sabe? O modelo, por si só, às vezes, não dá conta de explicar tudo. Aí, a analogia vem pra complementar o modelo.*

*Pesquisadora: Vocês acham que as analogias que vocês elaboraram (nas atividades de modelagem analógica) serviram pra... complementar o modelo que vocês já tinham feito. Tem algum outro papel?*

*Joana: De facilitar o... o conceito, né?! No caso, o de equilíbrio. Acho que, de uma certa forma, facilita a compreensão do alvo.*

Ao ressaltarem que analogias podem complementar os aspectos que os modelos não representam, as futuras professoras parecem reconhecer que os modelos não são cópias fiéis da realidade (GILBERT; JUSTI, 2016). Acreditamos que, além da modelagem analógica, as discussões teóricas sobre modelos e seu uso no ensino

realizadas na disciplina podem ter influenciado a manifestação desse elemento pelas futuras professoras.

Ainda sobre os papéis das analogias no processo de modelagem analógica, as futuras professoras mencionaram um terceiro, enunciado por elas no trecho anterior: o de “facilitar a compreensão do domínio alvo”. No entanto, como no trecho da entrevista transcrito a seguir, elas forneceram mais detalhes sobre esse papel, consideramos que o mesmo seria melhor representado pela expressão: *favorecer o desenvolvimento de novos conhecimentos sobre o domínio alvo*. Além da vivência da modelagem analógica, as discussões teóricas sobre a função criativa das analogias no ensino que ocorreram ao longo do processo formativo, podem ter influenciado esse elemento do conhecimento das futuras professoras.

*Letícia: Mas eu lembro que assim, conforme as discussões foram surgindo, a gente tinha... eu não sei se agora eu vou lembrar o que era, mas a professora formadora até entrou na discussão (da analogia), que ajudou pra gente... pra clarear a respeito do conceito mesmo, sabe? Do equilíbrio químico. É porque a gente meio que travou nessa hora. Aí a gente não sabia relacionar a analogia com o conceito. E isso (a discussão da analogia) ajudou pra compreender melhor o conceito em si.*

*Pesquisadora: Vocês se lembram qual foi essa parte?*

*Joana: Eu acho que foi o dinamismo (se refere ao aspecto do equilíbrio químico). Porque a gente tinha feito o desenho e não tava conseguindo relacionar.*

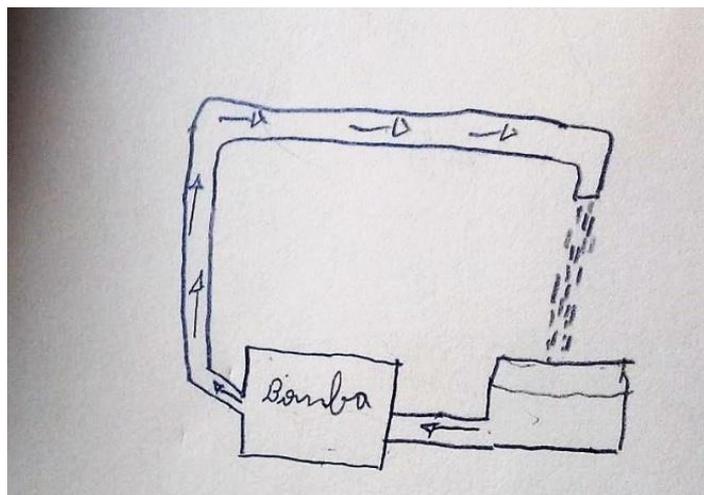
*Letícia: É, porque a gente tava considerando que o equilíbrio não poderia sofrer nenhuma interferência externa. No caso, a nossa analogia foi da... tipo aqueles chafariz que ficam minando água. Só que a nossa interferência externa seria a bomba, no caso, não é? (Pergunta para Joana, que concorda). Aí, a gente tava considerando que isso seria uma limitação, mas aí a professora formadora discutiu conosco e chegamos a conclusão que não seria, porque se a gente for parar pra pensar nos próprios sistemas, pode ocorrer que... o meio externo interfira no equilíbrio do sistema.*

As futuras professoras fazem referência a uma situação ocorrida ao longo da modelagem analógica para explicar como a analogia pode auxiliar no desenvolvimento de seus conhecimentos sobre o alvo. O grupo do qual Letícia e Joana faziam parte havia elaborado uma analogia entre o funcionamento de um chafariz (ver figura 8) e um sistema em equilíbrio químico. O grupo explicitou na folha de atividades o comportamento do domínio análogo, conforme apresentado no trecho abaixo:

*O sistema representa uma bomba, que faz água subir por uma tubulação. A gravidade faz a água cair em um reservatório, que manda a água para a bomba.*

Figura 8 – Representação do funcionamento da bomba de um chafariz (domínio

análogo)



Além disso, durante uma das aulas, o grupo explicitou verbalmente o mapeamento da analogia, conforme apresentado no Quadro 5, a seguir:

Quadro 5 – Mapeamento das relações de similaridade estabelecidas pelo grupo na analogia entre o chafariz e o sistema em equilíbrio químico.

Domínio Análogo (chafariz)	Mapeamento	Domínio alvo (sistema em equilíbrio)
Movimento da água com alta energia potencial para uma região em que ela tem baixa energia potencial.	←→	Transformação de reagentes em produtos.
Movimento da água com baixa energia potencial para uma região em que ela tem alta energia potencial.	←→	Transformação de produtos em reagentes.
Ao mesmo tempo que a bomba joga a água pra cima, a gravidade faz o inverso.	←→	Dinamismo
Sempre há água com alta energia potencial e sempre há água com baixa energia potencial.	←→	Coexistência de reagente e produtos.

Dentre as limitações da primeira versão da analogia, destacadas verbalmente pelo grupo, uma delas era a seguinte:

*A reação (em equilíbrio) ocorre sem influência externa e na analogia o chafariz precisa da energia da bomba para a água se movimentar.*

A partir da discussão sobre essa limitação, os futuros professores perceberam, com auxílio da professora formadora, que um sistema em equilíbrio poderia sofrer interferências externas da vizinhança, como trocas de energia (sistema fechado, mas não

isolado), e se ajustar para um novo estado de equilíbrio. Nesse caso, a presença da bomba não seria uma limitação da analogia. Isso evidencia que a elaboração e crítica das analogias auxiliaram os futuros professores na compreensão sobre o domínio alvo.

Outro aspecto importante apresentado pela dupla foi a influência da modelagem analógica em seu conhecimento sobre analogias:

Letícia: *Eu pelo menos confundia analogia com a questão da “mera aparência” que é simplesmente assim...*

Joana: *Eu também! Comparar coisas físicas.*

Letícia: *Mas aí, conforme a gente foi desenvolvendo as analogias a gente teve que associar, né?! Por exemplo, um aspecto semelhante do domínio análogo relacionado com o alvo e não só características físicas. Tanto que a gente viu na teoria que tem as... as relações da analogia podem ser eh... tanto estruturais como funcionais, né?! Pra relacionar as funções mesmo dos domínios comparados.*

Como mencionado pelas futuras professoras, mesmo antes de vivenciarem a modelagem analógica elas tinham conhecimento das diferenças conceituais entre as analogias e as comparações de mera aparência (as correspondências de relações de similaridade das primeiras e as correspondências entre atributos de objeto das segundas). Mas só ficou claro para elas o que de fato é uma relação de similaridade quando as mesmas tiveram que elaborar suas próprias analogias. Isso propiciou que as futuras professoras soubessem diferenciar analogias de outros tipos de comparações e mesmo os diferentes tipos de relações, destacando que *as analogias apresentam relações estruturais ou funcionais*.

Além disso, ao serem questionadas se a modelagem analógica havia influenciado, de alguma forma, a maneira com que elas abordaram a analogia em suas aulas, elas responderam da seguinte forma:

Letícia: *Sim.*

Joana: *Com certeza! Porque na primeira (aula) a gente só jogou a analogia pra eles e a gente falou tudo. Essa não (refere-se à segunda aula). Essa a gente permitiu que eles participassem do mapeamento.*

Letícia: *Eles estabelecessem as relações.*

A futuras professoras deram continuidade explicitando que na aula 1 elas não sabiam como orientar os estudantes em atividades em que eles elaborassem suas próprias analogias. Em contrapartida, na aula 2, as futuras professoras se sentiram

seguras em *solicitar que os próprios estudantes realizassem o mapeamento*, não só pela vivência da modelagem analógica, mas também pela experiência da aula anterior:

Letícia: *Eu acho que a gente tava meio insegura com relação a aplicar a analogia pra eles (refere-se à primeira aula). E outra coisa, a gente não tinha conhecimento de como orientar eles pra elaborar uma analogia, essas coisas... A gente foi meio crua pra dar a aula.*

Joana: *Talvez não tenha ficado muito claro pra gente também.*

Letícia: *E também, a gente ficou com medo. Por exemplo, a gente chega lá e pede pra eles elaborarem a analogia. Se a gente não souber instruir não sai nada. O que a gente faz? Aí eu não sei se a gente saberia lidar lá na hora. Como a gente sairia dessa situação. Aí, por isso que a gente preferiu já levar pronta, já falar que tô comparando isso com isso, e a gente viu que no final foi uma catástrofe.*

Pesquisadora: *E na segunda? Vocês já se sentiram mais seguras pra fazer isso?*

Letícia e Joana: *Sim.*

Letícia: *Porque a gente já foi direcionando lá no plano, induzindo pra eles elaborarem a comparação. E deixar o mais claro possível o que a gente queria, sabe? Pra eles conseguirem comparar. Ah não sei, acho que pelo que a gente discutiu aqui nas aulas, meio que deu um suporte pra gente não simplesmente levar a analogia pronta. Fazer com que eles participassem mais do...*

Joana: *Tivesse maior participação. E essa primeira experiência... a gente percebeu que a aula ficava muito mais interessante com eles participando. Isso só aconteceu no finalzinho da primeira aula nossa. Dessa não (refere-se à segunda aula), eles participaram desde o início até o final.*

O trecho acima evidencia que, para as futuras professoras, *o estabelecimento de relações entre os domínios deve ser um processo orientado pelo professor*. Ele também reforça a contribuição da situação de ensino vivenciada anteriormente pelas futuras professoras, uma vez que a partir da primeira aula elas parecem ter atribuído grande importância à interação com os estudantes, o que por sua vez, pode ter influenciado as decisões tomadas pelas futuras professoras na segunda situação de ensino vivenciada.

Por fim, as futuras professoras destacaram as contribuições do processo de formação vivenciado, para sua percepção sobre o uso de analogias:

Joana: *Acho que hoje em dia pra gente tá mais claro. Dependendo da aula que a gente for dar seria interessante trabalhar com analogia. Hoje em dia, né?! Porque antes eu achava desnecessário, achava que era só pra dificultar. Mas depois dessa aula que a gente deu... tipo assim, e nem precisa de muito conteúdo (se refere à dificuldade apresentada pelos estudantes, apesar de abordar o assunto apenas no nível introdutório), depende muito do tema também que for trabalhar. Acho que é possível trazer, acho que facilita.*

Letícia: *Acho que, conforme a gente foi vendo durante a disciplina, meio que... de*

*certo modo, a gente assim... vai ter mais facilidade e segurança pra quando, se necessário, se a gente achasse que é viável, aplicar a analogia. Eu acho que a gente vai se sentir mais segura.*

Posteriormente, as futuras professoras assistiram ao vídeo da aula 2 e foram solicitadas a pausar sempre que identificassem um evento crítico.

Ao refletirem sobre a aula, as futuras professoras tiveram uma nova ocasião de perceber não só que o vocabulário inadequado utilizado por elas para se referir ao ímã e à limalha de ferro poderia ter influenciado na compreensão dos estudantes sobre o tema, como também a confusão que elas próprias estavam fazendo com relação ao conceito e densidade. Isso evidencia uma evolução no desenvolvimento do conhecimento de conteúdo dessas futuras professoras, uma vez que elas reconheceram a utilização de linguagem científica e aspectos conceituais incorretos.

Com relação à solicitação das futuras professoras de que os estudantes explicassem o comportamento dos sistemas no nível das partículas, elas fizeram as seguintes considerações:

*Letícia: Na verdade, eu acho que foi a professora formadora que mandou a gente frisar isso, porque a gente não tinha deixado claro.*

*Joana: Tipo assim... E como eles iam explicar a interação só falando... misturou e não misturou?*

*Letícia: Tem que ir pro nível das partículas pra eles começarem a entender. Porque as interações ocorrem entre as partículas.*

*Pesquisadora: Qual vocês acham que seria o problema se vocês não tivessem falado isso?*

*Letícia: Ia ficar só no nível macroscópico.*

*Pesquisadora: E aí, pensando que a dissolução é explicada pelas interações entre as partículas, eles teriam conseguido elaborar uma analogia se tivessem ficado só no nível macroscópico? (Letícia e Joana acenam que não) Por quê?*

*Joana: Eles iam só classificar se misturou ou não misturou.*

*Letícia: Eles iam fazer uma mera aparência.*

As futuras professoras demonstraram progresso em alguns elementos do conhecimento de conteúdo ao considerarem que o entendimento do tema dissolução requer a compreensão das interações entre as partículas. Além disso, as futuras professoras parecem compreender que *analogias apresentam correspondências de relações de similaridade entre os domínios* em detrimento das correspondências entre atributos de objeto, pois explicitaram a ideia de que se a discussão se mantivesse no

nível macroscópico, os estudantes só teriam elementos físicos (como o número de fases do sistema) para embasar suas comparações.

Outro elemento apresentado pelas futuras professoras é o de que *o estabelecimento de relações pelos estudantes facilita o acesso a suas ideias*. Isso fica evidente no trecho a seguir, no qual as futuras professoras comentam sobre o motivo pelo qual elas não indicaram quais sistemas os estudantes deveriam comparar. Esse elemento parece ter sido manifestado por influência da reflexão sobre a aula 2, uma vez que ele ainda não havia sido manifestado anteriormente. Acreditamos que esta influência pode ter ocorrido, porque, quando as futuras professoras refletiram sobre a aula 2, elas puderam perceber que o estabelecimento de relações de similaridade pelos estudantes possibilitou que os mesmos expressassem suas ideias sobre as semelhanças identificadas entre os domínios alvo e análogo.

Joana: *Eu acho que era pra ver se eles iam chegar no entendimento que a gente queria. Porque se a gente chegasse e falasse o que era pra comparar, ia ser óbvio.*

Letícia: *É. Ia ficar óbvio pra eles.*

Joana: *Então assim... pra ver se eles vão conseguir entender isso. Que o comportamento dos ímãs... é parecido com o comportamento das partículas, né?! Aí, a gente deixou pra ver se eles iam chegar.*

Algo que emerge do trecho anterior é a percepção das futuras professoras de que ao permitirem que os estudantes identificassem os sistemas que poderiam ser comparados e estabelecessem as relações de similaridade entre aqueles que achassem mais pertinentes, eles teriam a oportunidade de refletir sobre o comportamento dos sistemas. A nosso ver, isso reflete a concepção das futuras professoras de que analogias não apresentam apenas função explicativa, mas ao contrário, elas podem apresentar uma função criativa no ensino ao *favorecer o desenvolvimento de novos conhecimentos sobre o domínio alvo* pelos estudantes a partir do estabelecimento de relações de similaridade com o domínio análogo.

#### 4.9 SÍNTESE DA ANÁLISE DOS RESULTADOS

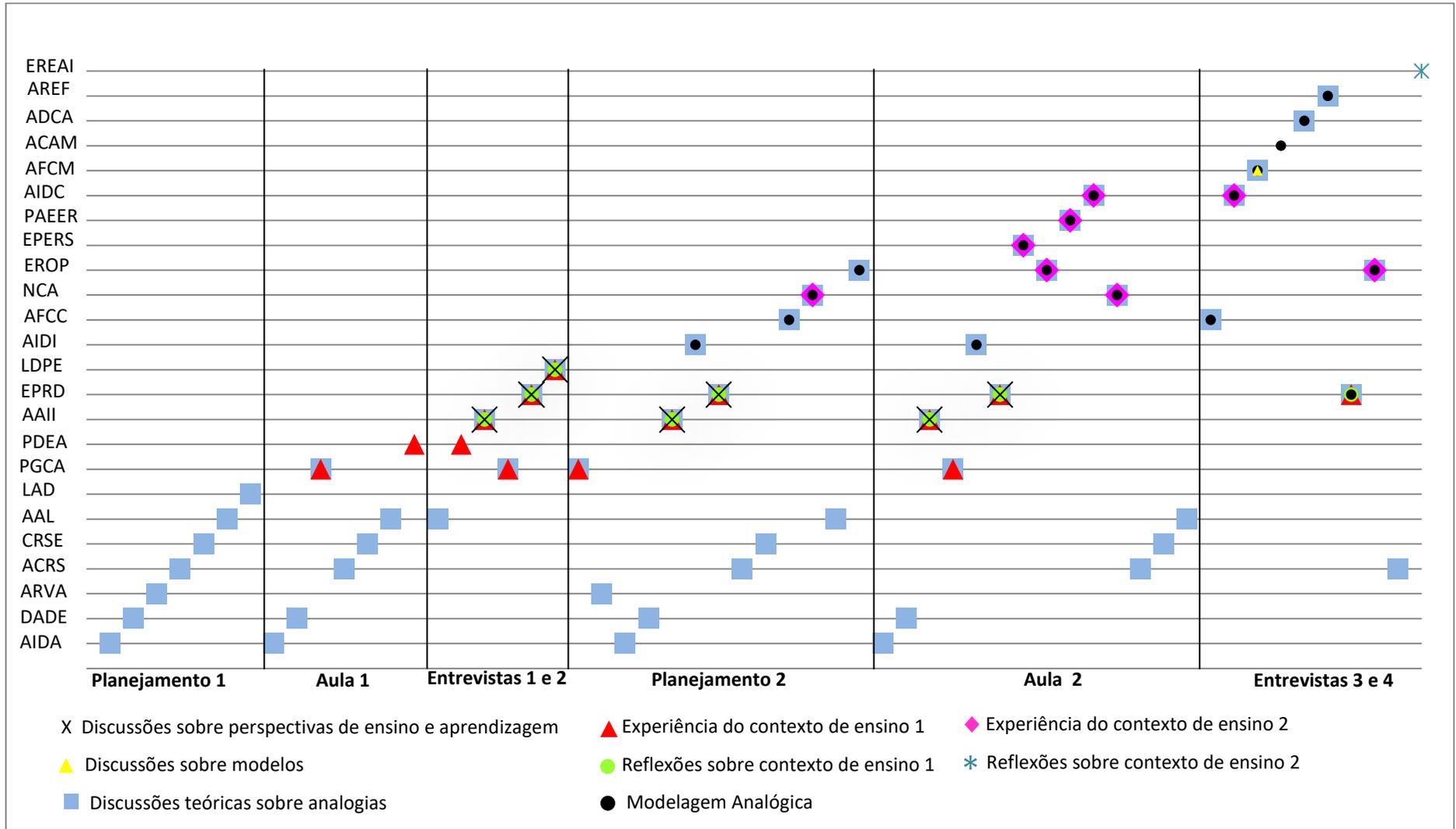
Para nos auxiliar na síntese e sistematização da análise dos resultados, elaboramos o gráfico 1 a seguir, no qual fornecemos uma visão panorâmica dos elementos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino manifestados pelas futuras professoras nos planejamentos, nas aulas e nas reflexões

sobre estes e as etapas do processo formativo que podem ter influenciado o desenvolvimento desses conhecimentos.

No eixo das ordenadas, apresentamos os elementos dos conhecimentos manifestados pelas futuras professoras ao longo de todo o processo. Para cada um desses elementos foi atribuída uma sigla de acordo com a ideia central que eles abordavam (ver quadro 6 na sequência do gráfico 1). Por exemplo, para o elemento *analogias apresentam limitações* utilizou-se a sigla AAL.

No eixo das abscissas, indicamos o momento (planejamento, aula ou entrevista) em que cada um desses elementos foi manifestado. Para representar as possíveis influências das etapas do processo formativo sobre esses elementos, utilizamos os diferentes tipos de marcadores apresentados no gráfico 1. Um mesmo elemento pode ter sofrido a influência de mais de uma etapa do processo formativo; nesses casos, os diferentes marcadores que representam essas influências foram sobrepostos uns aos outros. Isso nos permitiu associar os elementos às etapas do processo formativo que podem ter influenciado no seu desenvolvimento.

Gráfico 1 – Representação das influências do processo formativo para os conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias.



Quadro 6 - Elementos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino manifestados pelas futuras professoras.

<b>SIGLA</b>	<b>ELEMENTO DO CONHECIMENTO</b>
AIDA	Aspectos introdutórios sobre o domínio alvo devem ser discutidos antes do estabelecimento da analogia.
DADE	O domínio análogo deve ser discutido com os estudantes antes da elaboração da analogia
ARVA	A analogia deve, sempre que possível, contar com uma representação visual do análogo.
ACRS	Analogias apresentam correspondências de relações de similaridade entre os domínios.
CRSE	As correspondências de relações de similaridade entre os domínios devem ser explicitadas.
AAL	Analogias apresentam limitações.
LAD	As limitações das analogias devem ser discutidas.
PGCA	O professor deve garantir que os estudantes compreendam adequadamente o domínio análogo.
PDEA	O professor deve discutir com os estudantes o que é uma analogia.
AAII	Os domínios alvo e análogo podem ser introduzidos de forma interativa.
EPRD	Os estudantes precisam participar do estabelecimento de relações entre os domínios.
LDPE	As limitações devem ser discutidas com a participação dos estudantes.
AIDI	Os aspectos importantes dos domínios alvo e análogo devem ser identificados.
AFCC	Analogias facilitam a compreensão de conceitos.
NCA	É necessário tirar conclusões sobre o alvo.
EROP	O estabelecimento de relações entre os domínios deve ser um processo orientado pelo professor.
EPERS	Os estudantes podem estabelecer as relações de similaridade que consideram mais pertinentes.
PAEER	O professor deve assegurar que os estudantes estabeleçam as relações analógicas almeçadas.
AIDC	Analogias devem ser introduzidas durante a discussão do conceito.
AFCM	Analogias podem facilitar a compreensão de modelos.
ACAM	Analogias podem complementar aspectos que os modelos não representam.
ADCA	Analogias podem desenvolver os conhecimentos sobre o domínio alvo.
AREF	Analogias apresentam relações estruturais ou funcionais.
EREA	O estabelecimento de relações pelos estudantes facilita o acesso do professor às suas ideias.

O gráfico 1 evidencia que, inicialmente, a manifestação dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino parece ter ocorrido, principalmente, sob influência das discussões teóricas sobre analogias. Como mencionado, estas discussões ocorreram com base em: (i) referenciais teóricos que

abordavam os aspectos que caracterizam as analogias e as diferenciam das demais comparações, assim como aspectos do uso de analogias no ensino sob os paradigmas da recepção e produção; e em (ii) comparações elaboradas por professores e futuros professores de Ciências, provenientes de trabalhos da pesquisadora e da professora formadora.

As futuras professoras já haviam passado por discussões sobre as principais perspectivas de ensino e de aprendizagem (construtivista e sociocultural) quando realizaram o planejamento 1. Apesar disso, elas planejaram uma aula de caráter predominantemente expositivo, o que parece ter influenciado a maneira com que elas planejaram o uso de analogias no ensino: uma aula com o uso de analogias sob o *paradigma da recepção* (BLANCHETTE; DUNBAR, 2000).

Isso fica evidente ao observarmos que elas manifestaram elementos como: *o mapeamento deve ser apresentado aos estudantes pelo professor e as limitações devem ser apresentadas aos estudantes pelo professor* (vide gráfico 1). Estes elementos também foram manifestados por elas durante a aula 1, o que evidencia o caráter expositivo e não interativo que permeou essa aula. Como destacado na análise dos resultados, não tivemos indícios de como o processo formativo pode ter influenciado esses conhecimentos, uma vez que, ao longo deste processo, salientou-se a importância da participação dos estudantes durante a discussão da analogia, mas supomos que isso possa ter ocorrido porque as futuras professoras ainda não tinham um conhecimento consolidado sobre como promover a participação dos estudantes na discussão da analogia, algo que pode ter sido potencializado pelo conhecimento de conteúdo limitado que elas apresentavam sobre o tema da aula.

Consideramos que as discussões teóricas sobre analogias tiveram um impacto significativo para os elementos manifestados pelas futuras professoras ao longo de todo o processo, algo que fica evidente no gráfico 1. Inicialmente, observa-se a predominância da influência das discussões teóricas sobre analogias de forma isolada, como ocorreu no planejamento 1. Contudo, a partir da aula 1, essa influência aparece associada a outras etapas do processo formativo, como a experiência dos contextos de ensino (que envolve os planejamentos e as aulas ministradas), a reflexão e a modelagem analógica.

Essas etapas do processo formativo se mostraram importantes para a manifestação de certos elementos. Isso porque, ainda que discussões teóricas tenham ocorrido anteriormente, dando ênfase a determinados princípios do uso de analogias, muitos deles parecem ter sido considerados pelas futuras professoras somente após elas vivenciarem tais etapas do processo formativo. Por exemplo, na aula 1, as futuras professoras manifestaram a ideia de que *o professor deve garantir que os estudantes compreendem adequadamente o domínio análogo* (PGCA). Este elemento reflete um dos pontos que foi abordado ao longo das discussões teóricas que ocorreram na disciplina, contudo, somente após vivenciar o contexto da aula 1 é que as futuras professoras manifestaram esse elemento. Isso nos levou a acreditar que tal elemento também se desenvolveu sob influência daquele contexto de ensino experimentado.

A partir do gráfico 1 é possível notar que essa influência da experiência do contexto de ensino 1 tornou-se ainda mais acentuada quando as futuras professoras refletiram sobre essa primeira situação de ensino vivenciada durante as entrevistas 1 e 2. Nelas, as mesmas expressaram vários elementos, como: *o professor deve discutir com o estudante o que é uma analogia* (PDEA); *os domínios alvo e análogo podem ser introduzidos de forma interativa* (AAII); *o professor deve garantir que os estudantes compreendam adequadamente o domínio análogo* (PGCA); *os estudantes precisam participar do estabelecimento de relações entre os domínios* (EPRD); e *as limitações devem ser discutidas com a participação dos estudantes* (LDPE).

Um fator importante a ser observado é que três dos elementos destacados anteriormente: LDPE, EPRD e AAII parecem ter sofrido influência não só da experiência do contexto de ensino 1, mas também das reflexões sobre esse contexto e das discussões sobre perspectivas de ensino e de aprendizagem que ocorreram durante o processo formativo. Isso porque, os três elementos retratam a importância que as futuras professoras passaram a atribuir à interação com os estudantes a partir da aula 1. No entanto, eles emergiram enquanto elas refletiam sobre esse contexto de ensino, o que evidencia a importância da reflexão para a manifestação dos mesmos. A reflexão também pode ter contribuído para que as futuras professoras reconsiderassem certas ideias discutidas ao longo do processo formativo com relação às perspectivas de ensino e aprendizagem, as quais evidenciavam a importância da interação com os estudantes e entre os estudantes durante estes processos.

O gráfico 1, assim como as discussões que ocorreram ao longo deste trabalho, evidenciam que os elementos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias expressos no planejamento e na aula 2 retratam uma mudança na maneira de compreender o uso de analogias, a qual parece ter sido influenciada por três aspectos centrais do processo formativo: a experiência dos contextos de ensino; a modelagem analógica; e a reflexão. Esta última está envolvida ao longo de todo o processo e, por isso, sua influência para os conhecimentos das futuras professoras será discutida de forma integrada aos outros dois aspectos destacados.

Esses três aspectos são decorrentes da articulação teoria-prática na formação das futuras professoras. Isso porque, o processo formativo foi idealizado de forma a promover reflexões nas futuras professoras sobre seus conhecimentos, auxiliando-as na (re)contextualização dos mesmos para o contexto de ensino (por exemplo, as discussões realizadas com o objetivo de auxiliar a reflexão das futuras professoras sobre como a modelagem analógica vivenciada por elas poderia ser abordada no ensino). Além disso, a articulação teoria-prática promovida pelo processo formativo também foi realizada de tal forma que as futuras professoras pudessem vivenciar situações de ensino e refletir sobre as mesmas, tentando compreendê-las e transformá-las à luz de teorias (por exemplo, a vivência do contexto de ensino 1 e sua reflexão com base na literatura que versa sobre o uso de analogias no ensino, fez com que as futuras professoras reconsiderassem vários elementos de seus conhecimentos, os quais influenciaram a maneira com que elas planejaram e desenvolveram a aula 2) (PIMENTA; GHEDIN, 2002; LÜDKE; CRUZ, 2005; BARREIRO; GEBRAN, 2006; PICONEZ, 2012).

A influência da experiência dos contextos de ensino nos conhecimentos sobre o uso de analogias no ensino parece ter ocorrido principalmente porque, ao se depararem com a realidade das situações de ensino vivenciadas, as futuras professoras puderam refletir sobre como poderiam ajustar seu ensino de forma a promover a aprendizagem e o engajamento dos estudantes. Como discutido, a experiência do contexto de ensino 1 e as reflexões sobre o mesmo parecem ter influenciado de forma bastante significativa esses conhecimentos, porque a partir delas as futuras professoras reconheceram a necessidade de engajar os estudantes na discussão da analogia.

Isso refletiu na maneira com que as futuras professoras planejaram e desenvolveram o uso de analogias no planejamento e aula 2, evidenciado no gráfico 1 pelos três elementos dos conhecimentos sobre o uso de analogias manifestados nos referidos momentos, os quais sofreram influência da experiência do contexto de ensino

1: *os domínios alvo e análogo podem ser introduzidos de forma interativa (AAII); o professor deve garantir que os estudantes compreendam adequadamente o domínio análogo (PGCA); os estudantes precisam participar do estabelecimento de relações entre os domínios (EPRD)*. Este último também esteve presente durante as reflexões sobre a segunda situação de ensino.

Os elementos AAII e EPRD, em específico, retratam uma mudança significativa na maneira de compreender o uso de analogias no ensino. Isso porque, ao manifestarem esses elementos, as futuras professoras pareciam compreender a importância de que os estudantes participassem durante as discussões da analogia em contraposição à concepção apresentada durante o planejamento e a aula 1 de que as analogias deveriam ser discutidas sem a participação dos estudantes.

Essa influência da experiência do contexto de ensino também parece estar relacionada ao fato de que, na aula 1, as futuras professoras foram solicitadas a abordar o tema racismo em lugar de um tema químico. Nesse sentido, consideramos que este pode ter sido um fator que impactou negativamente na aula 1. A maneira pela qual elas planejaram aquela aula reflete a insegurança das mesmas em promover interações com os estudantes e, conseqüentemente, pode ter contribuído para que as mesmas optassem por abordar as analogias sob o *paradigma da recepção*. Apesar disso, parece que a aula 1 teve impactos significativos em certos aspectos dos conhecimentos relacionados à prática pedagógica das futuras professoras. Esta influência foi evidenciada ao longo do trabalho quando as futuras professoras refletiram sobre a aula 1, destacando aspectos que poderiam ser melhorados naquela aula como a interação com os estudantes e a necessidade de ouvir as ideias dos mesmos. Esses aspectos estiveram presentes ao longo do planejamento e da aula 2, o que evidencia os impactos da aula 1 para que as futuras professoras repensassem sua prática.

Na aula 2, as futuras professoras lecionaram um tema químico. A experiência desse novo contexto parece ter influenciado de forma bastante significativa os elementos dos conhecimentos sobre o uso de analogias manifestados pelas futuras professoras, como evidenciado no gráfico 1. Isso fica evidente ao observarmos que elas manifestaram elementos, como: *os estudantes podem estabelecer as relações de similaridade que consideram mais pertinentes (EPERS); o estabelecimento de relações entre os domínios deve ser um processo orientado pelo professor (EROP); o professor deve assegurar que os estudantes estabeleçam as relações analógicas almeçadas*

(PAEER); *analogias devem ser introduzidas durante a discussão do conceito* (AIDC); e *é necessário tirar conclusões sobre o domínio alvo* (NCA).

Todos esses elementos abordam ideias que já haviam sido discutidas com base nos referenciais teóricos e nas discussões sobre comparações elaboradas por professores e futuros professores. Contudo, parece que a experiência do contexto de ensino 2 influenciou significativamente a manifestação desses conhecimentos, porque, como evidenciado no gráfico 1, somente a partir da vivência dessa segunda situação de ensino é que eles foram manifestados pelas futuras professoras. Acreditamos que a influência da experiência do contexto de ensino 2 está relacionada, principalmente, ao fato de que nele as futuras professoras ministraram uma aula sobre um tema químico, o que pode ter contribuído para a manifestação dos elementos destacados. Isso porque o conhecimento de conteúdo mais elaborado pode ter contribuído para que as futuras professoras considerassem a participação dos estudantes durante a discussão da analogia e para que elas sentissem a necessidade de tirar conclusões sobre o domínio alvo, ou seja, sistematizar os conceitos trabalhados na aula.

Esses elementos também parecem ter sido influenciados pela modelagem analógica (vide gráfico 1). No que concerne a esse processo, a vivência e reflexão (esta ocorreu durante as entrevistas 3 e 4) sobre o mesmo parecem ter influenciado tanto os conhecimentos das futuras professoras relacionados a como orientar os estudantes em situações nas quais eles participassem da discussão da analogia, como aqueles relacionados às analogias em si. Durante as reflexões sobre a modelagem analógica, as futuras professoras apresentaram elementos do conhecimento sobre analogias que não haviam sido expressos anteriormente: *analogias podem facilitar a compreensão de modelos* (AFCM); *analogias podem complementar aspectos que os modelos não dão conta de explicar* (ACAM); *analogias podem desenvolver os conhecimentos sobre o domínio alvo* (ADCA); e *analogias apresentam relações estruturais ou funcionais* (AREF).

Todos esses elementos retratam que, após a vivência da modelagem analógica, as futuras professoras sabiam não só o que são analogias em contraste com outros tipos de comparações, mas também suas diferentes funções na produção do conhecimento. Nesse sentido, elas evidenciaram compreender que as analogias podem atuar não só complementando e facilitando a compreensão de modelos, mas também desenvolvendo novos conhecimentos sobre o domínio alvo e, conseqüentemente, atuando como *fontes de ideias* na elaboração de modelos mais acurados (CLEMENT, 2008b).

Esses elementos manifestados pelas futuras professoras a partir da reflexão sobre sua participação na modelagem analógica (vide campo “entrevistas 3 e 4” no gráfico 1) são condizentes com os apontamentos da literatura da área, os quais evidenciam que a elaboração, crítica e reformulação de modelos e analogias em salas de aula de Ciências podem propiciar, além do conhecimento sobre modelos, o desenvolvimento de habilidades e compromissos epistemológicos, possibilitando aos estudantes aplicar, avaliar e reconstruir modelos (OLIVA; ARAGÓN, 2009). Estudos como os de Mozzer e Justi (2009; 2012); Mozzer (2013); Silva e Mozzer (2015); Andrade e Mozzer (2016) têm apontado que a modelagem analógica também pode contribuir para o desenvolvimento de conhecimentos curriculares por parte dos estudantes.

Em suma, ao final do processo as futuras professoras apresentaram um avanço em suas concepções sobre analogias, tendo em vista que elas destacaram várias funções epistemológicas que elas podem assumir. Esses avanços nas concepções sobre analogias parecem ter ocorrido, principalmente, devido à influência da modelagem analógica, como discutido anteriormente.

Os conhecimentos sobre o uso de analogias no ensino também passaram por alterações significativas a partir das entrevistas 1 e 2. Nesse caso, as futuras professoras partiram de uma concepção na qual a analogia deveria ser em sua totalidade discutida pelas futuras professoras, para uma na qual os estudantes deveriam participar ativamente ao longo de todo o processo de discussão da analogia. As influências para as alterações nessa maneira de conceber o uso de analogias no ensino foram mais variadas. De uma maneira geral, a experiência do contexto de ensino 1 e a reflexão sobre o mesmo parecem ter contribuído no sentido de evidenciar para as futuras professoras a importância das interações com os estudantes durante a aula e, especificamente, durante todo o processo de elaboração da analogia. A experiência e reflexão sobre o contexto de ensino 2 e sobre a modelagem analógica parecem ter contribuído para a validação desses conhecimentos gerais relacionados à participação dos estudantes, proporcionando a manifestação de vários elementos de conhecimento específico, relacionados à participação dos estudantes na discussão de analogias.

Em última instância destacamos a influência das discussões teóricas para a manifestação dos elementos sobre analogias e sobre o uso de analogias no planejamento 2 e na aula 2. Ao observarmos o gráfico 1, fica evidente que todos os elementos manifestados nos momentos destacados podem ter sido influenciados (direta ou indiretamente) pelas discussões teóricas sobre analogias. Acreditamos que a influência

dessas discussões ocorreu principalmente no sentido de dar suporte às futuras professoras para que elas pudessem utilizar analogias de forma apropriada no ensino. Isso reforça a importância daquilo que foi discutido no capítulo 2: de que a prática seja sustentada pela teoria num processo de influência mútua (PIMENTA; GHEDIN, 2002; BARREIRO; GEBRAN, 2006).

## CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

### 5.1 CONCLUSÕES

No capítulo 1 deste trabalho argumentamos sobre a importância de que os cursos de formação de professores busquem auxiliá-los no desenvolvimento de seus conhecimentos profissionais. Todavia, para que isso ocorra é necessário compreender quais são esses conhecimentos e como a formação acadêmico-profissional de professores pode contribuir para o desenvolvimento dos mesmos. Discutimos ainda, que os conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino são um componente importante dos conhecimentos profissionais dos futuros professores, o que justifica nosso interesse em investigá-los.

Esses pressupostos levaram-nos a propor nossas três questões de pesquisa, as quais retomamos nesse capítulo conclusivo a fim de respondê-las. Para isso, subdividimos nossas conclusões em três itens correspondentes a cada uma dessas questões.

#### **5.1.1 Caracterização dos conhecimentos profissionais de professores de Ciências em formação em termos dos principais elementos que os constituem e de sua abordagem na formação acadêmico-profissional**

Em respostas a questão *“Como os conhecimentos profissionais de professores de Ciências em formação podem ser caracterizados em termos dos principais elementos que os constituem e de sua abordagem na formação acadêmico-profissional?”*, propusemos e discutimos o Modelo de Conhecimentos Profissionais de Professores em Formação. Este modelo caracteriza os Conhecimentos Profissionais de Professores em Formação (CPPF), os quais são constituídos pela base de conhecimento profissional do professor, pelo conhecimento profissional de tema específico e por conhecimentos resultantes da transformação daqueles nas situações de ensino; e discute a centralidade da *reflexão na preparação para a ação docente* - resultante da articulação teoria-prática na formação acadêmico-profissional - para o desenvolvimento, integração e transformação desses conhecimentos.

Os conhecimentos que compõem a base de conhecimento profissional do professor são genéricos e normativos. Isto significa que eles são necessários a professores de qualquer disciplina e são abordados ao longo da formação acadêmico-profissional de professores, nas diferentes disciplinas que compõe a grade curricular de seus cursos. Entre os conhecimentos que compõem essa base, podemos destacar:

conhecimento de avaliação, conhecimento de conteúdo, conhecimento pedagógico, conhecimento de currículo e conhecimento dos estudantes (GESS-NEWSOME, 2015b).

Quando essa base de conhecimento geral é explorada para a abordagem de temas específicos, como ligações químicas por exemplo, ela resulta no conhecimento profissional de tema específico. Este, por sua vez, é proveniente do acesso que os (futuros) professores têm às principais ideias de um tema, aos modos de representação dessas ideias, à compreensão dos estudantes e às práticas científicas relacionadas ao tema (GESS-NEWSOME, 2015b).

De acordo com Gess-Newsome (2015b), os conhecimentos que constituem ambas as bases são pré-determinados e discutidos nos cursos de formação, sendo os (futuros) professores consumidores destes conhecimentos. Sob nosso ponto de vista, os futuros professores, além de consumidores, são também integradores e transformadores destes conhecimentos. Isso ocorre por meio da *reflexão na preparação para a ação docente*, promovida pela articulação teoria-prática na formação acadêmico-profissional.

Essa articulação teoria-prática deve ocorrer ao longo de toda a formação a fim de possibilitar a integração de conhecimentos pelos futuros professores. Tal integração ocorre quando estes têm a oportunidade de refletir sobre os conhecimentos das bases - os quais, frequentemente, são trabalhados de forma independente na formação acadêmico-profissional - tentando (re)significá-los para o ensino. Nesse processo, os professores formadores têm o importante de papel de promover situações de reflexão que possibilitem essa integração.

A articulação teoria-prática também é central para a transformação desses conhecimentos para o ensino. Isso ocorre porque os conhecimentos das bases não são transpostos de forma mecânica para as situações de ensino. Eles passam por amplificadores e filtros dos (futuros) professores (GESS-NEWSOME, 2015b) que são constituídos por suas orientações para o ensino de Ciências, conhecimento prévio e contexto de atuação. Acreditamos que os cursos de formação de professores podem auxiliar nessa transformação ao proporcionar o envolvimento dos (futuros) professores em situações de planejamento e ensino e em reflexões sobre essas situações.

Temos que considerar, entretanto, que essas situações de ensino vivenciadas por professores em formação acadêmico-profissional se diferenciam da prática de professores que já atuam profissionalmente, visto que, naquela etapa formativa, as características do cenário educacional e dos estudantes não são profundamente conhecidas pelo futuro professor. Além disso, o ensino ocorre em um tempo geralmente

curto, o que inviabiliza o contato prolongado entre o futuro professor, os estudantes e o restante da comunidade escolar. Essas distinções são ainda mais acentuadas se o contexto de ensino vivenciado pelos futuros professores se restringir às aulas simuladas ministradas para os pares no ambiente da graduação.

Todas essas diferenças contextuais nos levam a acreditar que os professores em formação acadêmico-profissional ainda não apresentam um PCK nesta etapa formativa, tendo em vista que este se desenvolve quando o professor experimenta diferentes contextos de ensino e reflete sobre os mesmos. Contudo, quando eles completam sua formação acadêmico-profissional, os CPPF desenvolvidos, integrados e transformados durante essa etapa formativa passam por um processo de validação pela própria prática docente, constituindo-se no PCK destes professores.

Para que os CPPF sejam transformados em PCK é necessário que os futuros professores compreendam as complexas relações existentes entre o seu ensino e os conhecimentos das bases. Por isso, é tão importante envolvê-los em situações nas quais eles possam refletir sobre o seu ensino durante a formação acadêmico-profissional (NILSSON, 2008).

Diante desses pressupostos concluímos que a articulação teoria-prática é central no desenvolvimento, integração e transformação dos CPPF durante a formação acadêmico-profissional. Isso porque, ao permear todo o currículo, ela promove a integração dos conhecimentos das bases, possibilitando a sua (re)significação e (re)contextualização para o ensino. Essa articulação também promove a transformação dos conhecimentos das bases quando os futuros professores vivenciam situações de ensino e refletem sobre as mesmas, tentando compreendê-las e transformá-las por meio da teoria (PICONEZ, 2012).

### **5.1.2 Elementos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino manifestados pelas futuras professoras em seus planos de aula, nas aulas ministradas e nas reflexões**

Dentre os CPPF discutidos anteriormente, o conhecimento sobre estratégias instrucionais (componente do conhecimento pedagógico) se mostra particularmente importante para que o (futuro) professor possa interagir de forma efetiva com os estudantes e auxiliá-los no processo de aprendizagem. Quando se trata do ensino de Ciências, as analogias têm sido apontadas como um dos recursos didáticos eficazes para auxiliar no engajamento e na aprendizagem dos estudantes (JUSTI; GILBERT, 2006;

WILBERS; DUIT, 2006; CLEMENT, 2008b; GLYNN, 2008). Essa importância atribuída às analogias justifica nosso interesse em responder a questão: “*Quais elementos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino as futuras professoras manifestaram em seus planos de aula, nas aulas ministradas e nas reflexões?*”.

Ao longo deste trabalho, mais especificamente no capítulo 2, discutimos a importância de que (futuros) professores de Ciências compreendam o que são analogias e saibam utilizá-las adequadamente no ensino. Contudo, a literatura da área (por exemplo: OLIVA; ARAGÓN, *et al.*, 2001; MOZZER; JUSTI, 2015) evidencia que eles têm enfrentado inúmeras dificuldades ao utilizarem estas ferramentas no ensino.

Oliva, Aragón, *et al.* (2001) consideram que muitas das dificuldades enfrentadas pelos (futuros) professores ao utilizarem analogias podem estar associadas às crenças implícitas que eles possuem sobre estas ferramentas. Nesse mesmo sentido, acreditamos que as crenças dos (futuros) professores sobre o que são analogias e sobre como elas se diferenciam das demais comparações, podem ser fundamentais para determinar seu uso no ensino.

De uma maneira geral, no planejamento 1 e na aula 1, as futuras professoras manifestaram elementos de seus conhecimentos sobre analogias que são coerentes com a definição de analogias comumente aceita na área. Elas evidenciaram compreender analogias como comparações que apresentam correspondências de relações de similaridade entre os domínios análogo e alvo, mas também limitações.

A compreensão de que nas analogias as correspondências de relações de similaridade entre os domínios são realçadas, em detrimento das correspondências de atributos de objetos, pode minimizar um problema frequente enfrentado por (futuros) professores de Ciências: a confusão entre as analogias e outros tipos de comparações e recursos didáticos (TREAGUST *et al.*, 1992; MOZZER; JUSTI, 2013; OLIVEIRA; MOZZER, 2017). Além disso, ao reconhecerem que analogias apresentam limitações, as futuras professoras parecem compreender que o domínio análogo não representa o domínio alvo em todos os seus aspectos (HARRISON; TREAGUST, 2006).

Com relação aos elementos dos conhecimentos sobre o uso de analogias no ensino expressos no planejamento 1 e na aula 1, foi possível identificar, de uma maneira geral, elementos que caracterizam o uso de analogias conforme o paradigma da recepção, definido por Blanchette e Dunbar (2000). As futuras professoras planejaram e desenvolveram uma aula na qual o mapeamento das relações de similaridade entre os

domínios e a discussão das limitações da analogia estavam, em grande parte, centrados nas futuras professoras.

Isso ocorreu ainda que elas já tivessem passado por discussões na disciplina Prática de Ensino sobre as maneiras de se utilizar as analogias no ensino conforme o paradigma da produção (BLANCHETTE; DUNBAR, 2000). Esse resultado corrobora com outros de nossos trabalhos anteriores (OLIVEIRA, 2015; OLIVEIRA; MOZZER, 2015; 2017), nos quais evidenciamos que o fato de futuros professores compreenderem aspectos teóricos sobre o uso de analogias, não significa que eles saibam utilizá-las de forma apropriada no ensino.

É válido ressaltar que o uso de analogias sob o paradigma da recepção, por si só, não constitui um problema desde que os (futuros) professores o façam de maneira apropriada. Contudo, na maioria das vezes em que elas são utilizadas sob esse paradigma, os professores não discutem com os estudantes as relações de similaridade estabelecidas entre os domínios e as limitações da analogia. Somando-se a isso, raramente eles reconhecem a importância de engajar os estudantes na discussão de tais aspectos (MOZZER; JUSTI, 2015). Oliva, Aragón, *et al.* (2001) salientam que essa maneira de utilizar as analogias, numa perspectiva de transmissão/recepção de conhecimentos, é uma das principais razões para os diferentes problemas que têm sido apontados com relação ao uso destas ferramentas no ensino pelos estudantes (por exemplo: pouca familiaridade com o análogo selecionado; uso mecânico das analogias fornecidas, entendimento de que a analogia permite a elaboração de uma representação completa do alvo; desenvolvimento de um conhecimento superficial sobre o alvo) (DUIT, 1991; OLIVA; ARAGÓN *et al.*, 2001; ORGILL; BODNER, 2004).

Apesar de, nessa primeira experiência de ensino, utilizarem a analogia conforme o paradigma da recepção, sem a participação dos estudantes ao longo do processo de discussão da analogia, as futuras professoras manifestaram elementos que contemplam algumas das características para o uso adequado de analogias no ensino, apontadas por diferentes autores (GLYNN *et al.*, 1989; DUIT, 1991; THIELE; TREAGUST, 1994; 1995; TREAGUST *et al.*, 1998; MONTEIRO; JUSTI, 2000; NIEBERT *et al.*, 2012). Por exemplo: introduzir o domínio alvo; discutir o domínio análogo; discutir as limitações da analogia; explicitar as correspondências de relações de similaridade entre os domínios comparados; apresentar, sempre que possível, uma representação visual do análogo.

Embora essa primeira situação de ensino vivenciada tenha sido marcada por um elevado grau de artificialidade e pela participação quase que exclusiva das futuras professoras na discussão da analogia proposta, nossos resultados indicam que ela foi uma das etapas decisivas para que as futuras professoras reconsiderassem certos elementos de seu conhecimento sobre o uso de analogias no ensino. Isso porque, no decorrer das entrevistas 1 e 2, quando as futuras professoras refletiram sobre essa primeira situação de ensino, elas manifestaram vários elementos que evidenciam a importância que elas passaram a atribuir à participação dos estudantes durante a aula e, mais especificamente, durante a discussão da analogia.

No que concerne a esse aspecto, Tardif (2002) salienta que a prática docente proporciona uma bagagem de crenças e certezas que nortearão a ação do professor. Isso porque, para este autor, é na ação docente que os (futuros) professores validam certos saberes.

Nesse sentido, destacamos a importância de que os futuros professores sejam imersos em seu ambiente de trabalho numa integração contínua entre teoria e prática docente. Essa articulação teoria-prática, como evidenciado ao longo de nosso trabalho, consiste em um processo contínuo de ação-reflexão-ação que pode proporcionar aos futuros professores uma visão mais integrada da ação docente (BARREIRO; GEBRAN, 2006).

A importância que as futuras professoras passaram a atribuir à participação dos estudantes durante a aula 1 e nas entrevistas 1 e 2, parece ter refletido de forma acentuada no planejamento 2 e na aula 2. Durante esses momentos, as futuras professoras manifestaram elementos de seus conhecimentos que evidenciam a participação dos estudantes ao longo de todo o processo de discussão da analogia, algo coerente com o uso desses recursos sob o paradigma da produção (BLANCHETTE; DUNBAR, 2000).

Nesse sentido, a discussão da analogia passou de um processo centrado nas futuras professoras para um processo no qual os estudantes participavam ativamente do(a): introdução dos domínios alvo e análogo; identificação das características importantes desses domínios; estabelecimento das correspondências de relações de similaridade; e discussão das limitações da analogia.

Um fato importante a ser destacado é que as futuras professoras demonstraram compreender que o professor deve orientar o processo de estabelecimento de relações de similaridade pelos estudantes. Isso é indispensável para evitar que os estudantes se

atenham às similaridades superficiais em prejuízo das similaridades relacionais durante a elaboração de suas comparações (DUIT, 1991).

As mudanças descritas acima não devem ser compreendidas como um resultado imediato, decorrente apenas da experiência da primeira situação de ensino. Ao contrário, temos que considerar que, embora a vivência e reflexão sobre a aula 1 tenham assumido um papel importante, outras etapas do processo formativo (por exemplo: a modelagem analógica e a experiência do contexto de ensino 2) parecem ter contribuído, em grande medida, para esta mudança, como discutido mais detalhadamente na próxima seção.

No que se refere às entrevistas 3 e 4, as futuras professoras manifestaram elementos relacionados principalmente às suas concepções epistemológicas sobre analogias, além de alguns elementos relacionados à participação dos estudantes, já manifestados anteriormente. De uma maneira geral, durante essas entrevistas, elas demonstraram compreender a função criativa das analogias, considerando que, durante a construção de conhecimentos, elas podem complementar aspectos que os modelos não representam e desenvolver os conhecimentos sobre o domínio alvo.

Essas ideias contrapõem-se à concepção muito comum entre (futuros) professores de que analogias são recursos didáticos que apresentam função unicamente explicativa, isto é, de facilitar a compreensão de conceitos. Raramente eles reconhecem que as analogias podem atuar como um recurso heurístico na produção de novos conhecimentos (WILBERS; DUIT, 2006). Esse problema pode estar relacionado ao fato de que os cursos de formação de professores têm se baseado principalmente na discussão de aspectos teóricos sobre analogias, algo que muitas vezes não é suficiente para garantir que os futuros professores compreendam as potencialidades destes recursos didáticos (OLIVEIRA, 2015; OLIVEIRA; MOZZER, 2015; 2017).

Acreditamos que futuros professores, que passam por uma formação centrada no paradigma da recepção, apresentam dificuldades no uso criativo das analogias. Talvez esse seja um dos motivos que levaram Nottis e Mcfarland (2001) a afirmar que os cursos de formação de professores não têm se mostrado eficientes em auxiliá-los no desenvolvimento de conhecimentos sobre esses recursos didáticos.

Como evidenciado ao longo deste trabalho, é possível contribuir para que os futuros professores apresentem uma visão mais ampla e coerente com as diferentes funções desempenhadas pelas analogias, assim como para que eles saibam como utilizá-las de maneira eficaz no ensino. Para isso, é necessário que eles não só vivenciem

discussões teóricas, mas também tenham oportunidades de elaborar, criticar e refinar suas próprias analogias para que se tornem mais aptos a propor situações desse tipo no ensino. Se estamos interessados que os futuros professores utilizem analogias de forma adequada, é necessário que eles tenham oportunidades de vivenciar e refletir sobre o ensino de diferentes temas com o auxílio destes recursos.

### **5.1.3 Possíveis influências do processo formativo nos conhecimentos das futuras professoras sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino**

Na tentativa de responder “*Como o processo formativo vivenciado pelas futuras professoras na disciplina Práticas de Ensino de Química I pode ter influenciado esses conhecimentos?*”, consideramos as etapas do processo formativo que haviam sido vivenciadas nos momentos em que as futuras professoras manifestaram os elementos de seus conhecimentos. Algo que emerge da análise realizada nesse trabalho é o fato de que várias etapas do processo formativo (por exemplo, discussões teóricas sobre analogias, experiência dos contextos de ensino, modelagem analógica etc.) influenciaram de diferentes maneiras os elementos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias manifestados pelas futuras professoras em cada momento (planejamentos, aulas e entrevistas).

No que se refere às discussões teóricas sobre analogias, foi possível perceber sua influência ao longo de todo o processo investigado. Inicialmente, essa influência ocorreu de forma isolada no planejamento 1, ou seja, sem a influência de outras etapas do processo formativo. Acreditamos que isso aconteceu porque, além das discussões sobre as perspectivas de ensino e aprendizagem, discussões teóricas sobre analogias foi a outra etapa do processo formativo que havia sido vivenciada pelas futuras professoras até aquele momento. Nesse sentido, as discussões teóricas sobre analogias parecem ter sido o ponto de partida para o planejamento daquela aula. Na medida em que as futuras professoras vivenciavam outras etapas do processo formativo (como: experiência dos contextos de ensino, reflexões sobre os mesmos e modelagem analógica) foi possível perceber a associação entre estas e as discussões teóricas sobre analogias para a manifestação de uma variedade de elementos.

As evidências desse estudo, portanto, nos levam a ampliar as conclusões de nossos estudos anteriores referentes ao papel desempenhado pelas discussões sobre analogias: (i) as discussões teóricas se mostraram muito importantes ao longo de todo o processo no sentido de dar suporte teórico às futuras professoras para que elas pudessem

planejar, desenvolver e refletir sobre o uso de analogias nas aulas. Isso pode ser evidenciado ao observarmos que a maioria dos elementos manifestados em todos os momentos sofreu alguma influência das discussões teóricas sobre analogias; (ii) apesar disso, esse tipo de discussão não é suficiente para promover uma visão adequada sobre estes recursos e sobre como utilizá-los no ensino (OLIVEIRA, 2015; OLIVEIRA; MOZZER, 2015; 2017). Isso fica evidente ao observarmos que vários dos elementos sobre o uso de analogias no ensino foram manifestados somente sob influência de outras etapas do processo formativo e que o planejamento e desenvolvimento da aula 1 foram realizados com base no paradigma da recepção, sem a participação dos estudantes ao longo da discussão da analogia.

Com relação à influência das discussões sobre perspectivas de ensino e aprendizagem é possível concluir que esta só ocorreu a partir das entrevistas 1 e 2 quando as futuras professoras refletiram sobre a primeira situação de ensino vivenciada. Nesse sentido, consideramos também que a experiência do contexto de ensino 1, a reflexão sobre o mesmo e as discussões sobre as perspectivas construtivista e sociocultural foram importantes para que as futuras professoras passassem a levar em consideração a interação com os estudantes e entre os estudantes no planejamento 2 e na aula 2.

Nesse sentido, no que se refere à experiência do contexto de ensino 1, sua influência parece ter ocorrido principalmente no sentido de evidenciar para as futuras professoras a importância de que os estudantes sejam envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem e, de forma mais específica, na discussão das analogias. Isso ficou ainda mais evidente na reflexão sobre essa primeira situação de ensino na qual elas destacaram sua insatisfação com a participação limitada dos estudantes durante a aula e na discussão da analogia.

A influência da experiência do contexto de ensino 1 e da reflexão sobre o mesmo fica ainda mais evidente ao observarmos que as ideias expressas por elas durante a aula 1 e entrevistas 1 e 2, foram contempladas no planejamento 2 e na aula 2. Isso evidencia que essa primeira situação de ensino contribuiu significativamente para que as futuras professoras repensassem sua prática. Nesse sentido, destacamos a importância da articulação teoria-prática na formação de professores para que os mesmos possam validar certos saberes a partir da ação docente (TARDIF, 2002).

Apesar das valiosas contribuições da experiência do contexto de ensino 1 para os elementos dos conhecimentos manifestados pelas futuras professoras, ela também

impactou negativamente alguns desses elementos. Isso porque, as futuras professoras lecionaram um tema no qual apresentavam conhecimento de conteúdo limitado, o que pode ter contribuído para que as mesmas utilizassem a analogia sob o paradigma da recepção.

Por outro lado, a experiência do contexto de ensino 2 parece ter influenciado os elementos dos conhecimentos sobre o uso de analogias de forma positiva, porque naquele contexto as futuras professoras lecionaram uma aula centrada em um tema químico. Nesse sentido, consideramos que as futuras professoras podem ter planejado e desenvolvido uma aula com participação mais ativa dos estudantes na discussão da analogia porque elas apresentavam um conhecimento de conteúdo mais elaborado sobre esse tema. Além disso, consideramos que a experiência e reflexão sobre o contexto de ensino 2 podem ter contribuído para a validação de conhecimentos relacionados à participação dos estudantes na discussão de analogias.

Finalmente, destacamos a influência da modelagem analógica para a manifestação de elementos relacionados tanto ao conhecimento sobre analogias quanto sobre o uso de analogias no ensino. A vivência e reflexão sobre esse processo proporcionou a manifestação de elementos relacionados à função criativa das analogias, assim como o reconhecimento de alguns tipos de relações de similaridade inerentes a essas comparações (estruturais e funcionais). Somando-se a isso, consideramos que a modelagem analógica teve um papel essencial ao proporcionar às futuras professoras uma oportunidade de refletir sobre *como* utilizar as analogias de forma criativa no ensino.

Em síntese, ressaltamos que as etapas do processo formativo influenciaram de diferentes formas a manifestação de conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino. Essas diferentes influências parecem ter contribuído de maneira complementar para que, ao final do processo, identificássemos conhecimentos coerentes sobre analogias e sobre o uso de analogias, com base naqueles apontados pela literatura da área. Para além disso, foi possível identificar nos relatos das futuras professoras enquanto elas refletiam sobre os processos vivenciados, manifestações de que os mesmos contribuíram não só para os conhecimentos relacionados às analogias, mas também para conhecimentos relacionados às ações pedagógicas das mesmas.

Os resultados desse trabalho nos levam a concluir que, ao considerar a articulação teoria-prática como eixo norteador dos cursos de formação de professores estes terão o potencial de favorecer o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais.

Para isso, torna-se necessário que eles se apoiem em saberes que são, de fato, utilizados pelos professores no exercício da docência; o que requer a imersão dos mesmos em seu futuro ambiente de trabalho (TARDIF, 2002; ALMEIDA; BIAJONE, 2007).

## **5.2 IMPLICAÇÕES**

### **5.2.1 Implicações para a Formação de Professores**

A discussão dos CPPF estabelecida neste trabalho implica em reconhecer os (futuros) professores como transformadores de conhecimentos e a sua formação direcionada à lógica profissional, num movimento contínuo entre a prática profissional e a formação teórica (TARDIF, 2002).

Isso requer que os cursos de formação de professores privilegiem o contato destes com seu ambiente de atuação profissional, por meio da articulação teoria-prática ao longo de todo o curso. Essa articulação teoria-prática mostrou-se central em nosso estudo, ao permitir a manifestação de vários elementos dos conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino, assim como a reflexão sobre esses conhecimentos.

Destacamos ainda que o pensamento reflexivo, fomentado pela articulação teoria-prática, não se desenvolve espontaneamente nos (futuros) professores. Como evidenciado ao longo deste trabalho, a professora formadora teve um papel central na promoção de diferentes situações de reflexão. Nesse sentido, destacamos a necessidade de que os professores formadores se conscientizem sobre a importância de fomentar essa reflexão, a partir de condições favoráveis para seu surgimento, uma vez que é no mínimo contraditório desejar que o (futuro) professor tenha uma prática inovadora se sua formação não priorizou a reflexão crítica sobre novas maneiras de se educar (BARREIRO; GEBRAN, 2006).

No que se refere à abordagem nos cursos de formação de professores dos conhecimentos sobre analogias e sobre seu uso no ensino, estudos como os de Nottis e Mcfarland (2001); Oliveira e Mozzer (2017) têm evidenciado que elas não têm se mostrado muito eficientes no preparo dos futuros professores para lidar com esses recursos no ensino. Acreditamos que isso é uma consequência do excessivo enfoque dado às discussões de aspectos teóricos nesses cursos.

Diante desta situação e dos resultados positivos obtidos neste trabalho, destacamos a necessidade de que os cursos de formação de professores não se

restringam às discussões teóricas sobre as analogias. Isso porque, se estamos interessados que o uso de analogias no ensino se diferencie da transmissão/recepção de conhecimentos, devemos delinear processos formativos nos quais os futuros professores reflitam sobre *como* utilizá-las de forma apropriada no ensino e vivenciem situações práticas.

Outra contribuição desse estudo é a constatação de que o conhecimento do (futuro professor) sobre o domínio alvo parece ser determinante para o uso adequado de analogias no ensino. Isso nos leva a refletir sobre a importância do desenvolvimento adequado do conhecimento de conteúdo na formação acadêmico-profissional. Os cursos de formação de professores, geralmente, dedicam boa parte das disciplinas ofertadas para a abordagem exclusiva de conteúdos científicos específicos à área de conhecimento do (futuro) professor. Contudo, defendemos, de um lado, a importância apontada em documentos como Parecer CNE/CP 28/2001 e Parecer CNE/CP 9/2001 de que componentes da prática docente (prática como componente curricular) também façam parte dessas disciplinas. Por outro lado, que o conhecimento de conteúdo precisa ser desenvolvido em disciplinas como Práticas de Ensino, as quais têm de fornecer oportunidades para que os futuros professores reflitam sobre a transformação desse conhecimento para o ensino. Neste caso, um exemplo que emerge do nosso estudo é a participação dos futuros professores nas atividades de modelagem analógica, nas quais eles elaboravam modelos e analogias na tentativa de explicar aspectos qualitativos do equilíbrio químico.

Nesse sentido, destacamos a importância de que os futuros professores vivenciem processos de elaboração, crítica e refino de suas próprias analogias durante a formação. Além disso, a vivência de experiências de planejamento e ensino com o auxílio destes recursos pode proporcionar-lhes a validação de certos saberes relacionados à como utilizá-las no ensino.

### **5.2.2 Implicações para a Pesquisa sobre Formação de Professores de Ciências e sobre Analogias**

Como discutido no capítulo 2, esforços têm sido empregados no sentido de sistematizar os conhecimentos necessários à atuação do professor. Contudo, os modelos de conhecimento dos professores aos quais nos referimos neste trabalho (CARLSEN, 1999; MAGNUSSON *et al.*, 1999; MORINE-DERSHIMER; KENT, 1999; PARK; OLIVER, 2008; GESS-NEWSOME, 2015b) não discutem de maneira precisa (i) como

estes conhecimentos podem ser desenvolvidos ao longo da formação acadêmico-profissional; e (ii) as relações existentes entre os conhecimentos mobilizados no ensino por professores em formação acadêmico-profissional e por professores que já atuam profissionalmente.

Ambos os aspectos foram considerados no Modelo de Conhecimentos Profissionais de Professores em Formação (CPPF). No que se refere ao primeiro deles, destacamos a articulação teoria-prática e a reflexão dela decorrente como peças fundamentais para o desenvolvimento, integração e transformação de conhecimentos pelos futuros professores. Com relação ao segundo aspecto, consideramos que os futuros professores não apresentam um PCK constituído nesta etapa formativa, tendo em vista que este conhecimento se desenvolve a partir da prática docente. Dessa forma, os CPPF têm o potencial de representar, de forma mais apropriada, as diferenças existentes entre a prática de professores que atuam profissionalmente e aqueles que estão em formação acadêmico-profissional. Quando os futuros professores completam esta etapa de sua formação, os CPPF passam por um processo de validação pela própria prática docente, constituindo o PCK destes professores.

Além disso, o Modelo de CPPF tem implicações práticas para a investigação dos conhecimentos dos (futuros) professores. As metodologias de pesquisa sobre o desenvolvimento dos CPPF podem assumir formas distintas em função dos objetivos pretendidos. Nesse sentido, se o foco principal for investigar os conhecimentos das bases de conhecimento geral e de tema específico, esta pode ocorrer com base em testes, questionários e entrevistas. Por outro lado, se o foco for investigar os CPPF mobilizados pelos futuros professores nas situações de ensino, a avaliação pode ser realizada com base na análise dos planejamentos e das aulas ministradas, assim como em entrevistas e discussões que visem esclarecer as razões por trás dos pensamentos e ações dos futuros professores ao longo desses processos.

Por se tratar de uma proposição recente, destacamos a necessidade de que novos estudos sejam realizados visando aprimorar esse modelo. Nesse sentido, questões como as que se seguem, precisam ser respondidas a fim de se compreender melhor os CPPF:

1. Como os CPPF são integrados e transformados pelos futuros professores no ensino de diferentes temas e em diferentes contextos?
2. Quais relações podemos estabelecer entre os diferentes conhecimentos que compõem os CPPF dos futuros professores?

### 3. Quais os mecanismos de transformação dos CPPF em PCK?

No que concerne às analogias, gostaríamos de tecer algumas considerações adicionais que podem contribuir para o avanço da pesquisa na área. Em primeiro lugar, devido ao papel de destaque exercido pela modelagem analógica na manifestação de vários elementos dos conhecimentos, ressaltamos a necessidade de que pesquisas adicionais sejam realizadas visando compreender mais profundamente como este processo pode favorecer o desenvolvimento de conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias com função criativa no ensino. Em segundo lugar, algo que ficou evidente em nosso estudo, foi a influência que o conhecimento sobre o domínio alvo pode exercer no uso de analogias no ensino. Como discutimos, as futuras professoras parecem ter se sentido mais seguras para promover a participação dos estudantes durante a elaboração da analogia quando apresentavam um conhecimento mais consolidado sobre o domínio alvo. Isso nos leva a acreditar que novas pesquisas precisam ser realizadas na tentativa de elucidar as relações existentes entre o conhecimento sobre o domínio alvo apresentado pelo (futuro) professor e a maneira pela qual ele utiliza as analogias no ensino.

Diante do exposto, consideramos que pesquisas posteriores relacionadas aos conhecimentos de professores sobre analogias e seu uso no ensino precisam responder questões como as destacadas a seguir:

1. Como a modelagem analógica pode contribuir para o desenvolvimento de conhecimentos sobre analogias e sobre o uso de analogias com função criativa no ensino?
2. Quais as relações existentes entre o conhecimento sobre o domínio alvo e o uso adequado de analogias no ensino?
3. Como (futuros) professores utilizam analogias no ensino de diferentes temas e em contextos variados?
4. Quais as possíveis influências de conhecimentos desenvolvidos sobre o processo de modelagem analógica durante a formação acadêmico-profissional sobre a prática docente dos professores em atuação?

Finalmente, esperamos que este estudo tenha o potencial de contribuir de alguma forma para que o leitor reflita sobre a formação de professores em nosso país. Processos formativos como o retratado nesse estudo indicam a importância de que a prática

docente não seja um local de “aplicação” de conhecimentos, mas sobretudo, um espaço de transformação e desenvolvimento de novos conhecimentos.

## REFERÊNCIAS

ALARCÃO, I. **Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão**. Porto: Editora Porto, 1996a. ISBN 972034721X.

\_\_\_\_\_. Reflexão crítica sobre o pensamento de D. Schön e os programas de formação de professores. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 22, n. 2, p. 11-42, 1996b.

ALAVARSE, O. M.; BRAVO, M. H.; MACHADO, C. Avaliações externas e qualidade na educação básica: articulações e tendências. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 24, n. 54, p. 12-31, 2013.

ALMEIDA, P. C. A.; BIAJONE, J. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. **Educação e pesquisa**, v. 33, n. 2, p. 281-295, 2007.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. Pioneira, 2000.

ALVES, A. J. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. **Cadernos de Pesquisa**, v. 77, p. 53-61, 1991.

ANDERSON, J. R. **Cognitive Psychology and Its Implications**. New York: W. H. Freeman, 1995.

ANDRADE, G. P.; MOZZER, N. B. Análise dos questionamentos do professor em atividades fundamentadas em Modelagem Analógica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 825-850, 2016.

AUBUSSON, P. J.; HARRISON, A. G.; RITCHIE, S. M. **Metaphor and Analogy in Science Education**. Dordrecht: Springer, 2006. 210.

BAILLAUQUÈS, S. Trabalho das representações na formação de professores. In: PAQUAY, L.; PERRENOUD, P., *et al* (Ed.). **Formando professores profissionais: Quais estratégias? Quais competências?** 2<sup>a</sup>. Porto Alegre: Artmed, 2001. p.37-54.

BARREIRO, I. M. F.; GEBRAN, R. A. **Prática de ensino e estágio supervisionado na formação de professores**. São Paulo: Avercamp, 2006.

BAXTER, J. A.; LEDERMAN, N. G. Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. In: (Ed.). **Examining pedagogical content knowledge**. Boston: Springer, 1999. p.147-161.

BELEI, R. A. et al. O Uso de Entrevista, Observação e Vídeo gravação em Pesquisa Qualitativa. **Cadernos de Educação**, n. 30, p. 187-199, 2008.

BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P.; LOUGHRAN, J. **Re-examining pedagogical content knowledge in science education**. New York and London: Routledge, 2015.

BLANCHETTE, I.; DUNBAR, K. How analogies are generated: the roles of structural and superficial similarity. **Memory & Cognition**, v. 28, n. 1, p. 108-124, 2000.

BORKO, H.; PUTNAM, R. T. Learning to teach. **Handbook of Educational Psychology**, p. 673-708, 1996.

CARLSEN, W. Domains of teacher knowledge. In: (Ed.). **Examining pedagogical content knowledge**. Boston: Springer, 1999. p.133-144.

CLEMENT, J. **Observed methods for generating analogies in scientific problem solving**. *Cognitive Science*. 12: 563-586 p. 1988.

\_\_\_\_\_. Case study of model construction and criticism in expert reasoning. In: CLEMENT, J. (Ed.). **Creative Model Construction in Scientists and Students: The role of imagery, analogy and mental simulations**. Dordrecht: Springer, 2008a. p.67-96.

\_\_\_\_\_. **Creative Model Construction in Scientists and Students: The role of imagery, analogy and mental simulations**. Dordrecht: Springer, 2008b. 601.

\_\_\_\_\_. Methods experts use to generate analogies. In: CLEMENT, J. (Ed.). **Creative Model Construction in Scientists and Students: The role of imagery, analogy and mental simulations**. Dordrecht: Springer, 2008c. p.33-45.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research Methods in Education**. 7. London and New York: RoutledgeFalmer, 2011.

COLL, R. K. The role of models/and analogies in science education: Implications from research. **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 2, p. 183-198, 2005.

CORRIGAN, D.; DILLON, J.; GUSTONE, R. **The professional knowledge base of science teaching**. Dordrecht: Springer, 2011.

DAGHER, Z. R. Does the use of analogies contribute to conceptual change? **Science Education**, v. 78, n. 6, p. 601-614, 1994.

DINIZ-PEREIRA, J. E. O ovo ou a galinha: a crise da profissão docente e a aparente falta de perspectiva para a educação brasileira. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 92, n. 230, 2011a.

\_\_\_\_\_. A pesquisa dos educadores como estratégia para construção de modelos críticos de formação docente. In: DINIZ-PEREIRA, J. E. e ZEICHNER, K. M. (Ed.). **A pesquisa na formação e no trabalho docente**. 2ª. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011b. p.176 p. ISBN 8575260790.

\_\_\_\_\_. A prática como componente curricular na formação de professores. **Educação (UFSM)**, v. 36, n. 2, p. 203-218, 2011c.

\_\_\_\_\_. Formação de professores da Educação Básica no Brasil no limiar dos 20 anos da LDBEN. **Notandum**, v. 10, n. 42, p. 139-160, 2016.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.

DUNBAR, K. How Scientists Think in the Real World: Implications for Science Education. **Journal of Applied Developmental Psychology**, v. 21, n. 1, p. 49-58, 2000.

DUNBAR, K.; BLANCHETTE, I. The in vivo / in vitro approach to cognition: the case of analogy. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 5, n. 8, p. 334-339, 2001.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de Ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 2, p. 500-528, 2015.

FERREIRA, L. H.; KASSEBOEHMER, A. C. Autonomia e comprometimento profissional. In: FERREIRA, L. H. e KASSEBOEHMER, A. C. (Ed.). **Formação inicial de professores de química: A instituição formadora (re)pensando sua função social**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2012a. p.49-62.

\_\_\_\_\_. **Formação Inicial de Professores de Química: A instituição formadora (re)pensando sua função social**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2012b.

\_\_\_\_\_. Modelos de Formação de Professor. In: FERREIRA, L. H. e KASSEBOEHMER, A. C. (Ed.). **Formação inicial de professores de química: A instituição formadora (re)pensando sua função social**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2012c. p.27-38.

FREIRE, P. **A educação na cidade: Projeto pedagógico**. 1991.

FRIEDRICHSEN, P.; VAN DRIEL, J. H.; ABELL, S. K. Taking a closer look at science teaching orientations. **Science Education**, v. 95, n. 2, p. 358-376, 2011.

GATTI, B. A. A avaliação em sala de aula. **Revista Brasileira de Docência, Ensino e Pesquisa em Turismo**, v. 1, n. 1, p. 61-77, 2009.

GAUTHIER, C. et al. Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. **Ijuí: Unijuí**, p. 20, 1998.

GENTNER, D. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. **Cognitive Science**, v. 7, n. 2, p. 155-170, 1983.

\_\_\_\_\_. The mechanisms of analogical learning. In: VOSNIADOU, S. e ORTONY, A. (Ed.). **Similarity and Analogical Reasoning**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p.199-241.

GENTNER, D.; HOLYOAK, K. J. Reasoning and learning by analogy. **American Psychologist**, v. 52, n. 1, p. 32-34, 1997.

GESS-NEWSOME, J. Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In: GESS-NEWSOME, J. e LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Examining pedagogical content knowledge**. Boston: Springer, 1999a. p.3-17.

\_\_\_\_\_. Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. In: GESS-NEWSOME, J. e LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Examining pedagogical content knowledge**. Boston: Springer, 1999b. p.51-94.

\_\_\_\_\_. A model of teacher professional knowledge and skill including PCK. In: BERRY, A.;FRIEDRICHSEN, P., *et al* (Ed.). **Re-examining pedagogical content knowledge in science education**. New York and London: Routledge, 2015a. p.28-42.

\_\_\_\_\_. A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In: BERRY, A.;FRIEDRICHSEN, P., *et al* (Ed.).

**Re-examinig Pedagogical Content Knowledge in Science Education.** New York and London: Routledge, 2015b. p.28-42.

GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. **Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education (Vol. 6):** Boston: Kluwer 1999.

GILBERT, J.; JUSTI, R. Analogies in modelling-based teaching and learning. In: GILBERT, J. e JUSTI, R. (Ed.). **Modelling-based teaching science education.** Dordrecht: Springer, 2016. p.149-169.

GLYNN, S. M. Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model. In: GLYNN, S. M.; YEARNY, R. H., *et al* (Ed.). **The Psychology of Learning Science.** Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum, 1991. p.219-240.

\_\_\_\_\_. Making science concepts meaningful to students: Teaching with analogies. In: MIKELSKIS-SEIFERT, S.; RINGELBAND, U., *et al* (Ed.). **Four decades of research in science education: From curriculum development to quality improvement.** Münster, Germany: Waxmann, 2008. p.113-125.

GLYNN, S. M. *et al*. Analogical reasoning and problem solving in science textbooks. In: GLOVER, J.; RONNING, R., *et al* (Ed.). **Handbook of Creativity: Assessment, research and theory.** New York: Plenum Press, 1989. p.383-398.

HARRISON, A. G. Teaching with analogies: friends or foes? In: HARRISON, A. G. e COLL, R. K. (Ed.). **Using analogies in middle and secondary science classrooms: The FAR guide-an interesting way to teach with analogies.** California: Corwin, 2008. p.6-21.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching and learning with analogies: friend or foe? In: AUBUSSON, P. J.; HARRISON, A. G., *et al* (Ed.). **Metaphor and Analogy in Science Education.** Dordrecht: Springer, 2006. p.11-24.

HODSON, D. In a search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 5, p. 541-562, 1992.

\_\_\_\_\_. Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 15, p. 2534-2553, 2014.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Designing argumentation learning environments In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in Science**

**Education: Perspectives from classroom-based research:** Springer, v.84, 2008. p.91-115.

JOHNSON-LAIRD, P. N. Analogy and the exercise of creativity. In: VOSNIADOU, S. e ORTONY, A. (Ed.). **Similarity and Analogical Reasoning.** Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p.313-331.

JUSTI, R.; GILBERT, J. Modelling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 4, p. 369-387, 2002.

\_\_\_\_\_. The role of analog models in the understanding of nature of models in chemistry. In: AUBUSSON, P. J.; HARRISON, A. G., *et al* (Ed.). **Metaphor and Analogy in Science Education.** Dordrecht: Springer, 2006. p.119-130.

KENSKI, V. M. A vivência escolar dos estagiários e a prática de pesquisa em estágios supervisionados In: PICONEZ, S. C. B. (Ed.). **A prática de ensino e o estágio supervisionado.** Campinas: Papirus, 2012. p.35-46.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

LEMKE, J. L. Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, n. 3, p. 296-316, 2001.

LOUGHRAN, J.; BERRY, A.; MULHALL, P. **Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge.** Dordrecht: Springer, 2012.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas.** 2ª. Rio de Janeiro: EPU, 2015.

LÜDKE, M.; CRUZ, G. B. Aproximando universidade e escola de educação básica pela pesquisa. **Cadernos de pesquisa**, v. 35, n. 125, p. 81-109, 2005.

MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In: GESS-NEWSOME, J. e LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Examining pedagogical content knowledge.** Boston: Springer, 1999. p.95-132.

MALDANER, O. A. Formação de professores, pesquisa e atuação pedagógica. In: MALDANER, O. A. (Ed.). **A formação inicial e continuada de professores de química**. Ijuí: Unijuí, 2006a.

\_\_\_\_\_. **Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: professores/pesquisadores**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006b.

MAY, D. B.; HAMMER, D.; ROY, P. Children's analogical reasoning in a third-grade science discussion. **Science Education**, v. 90, n. 2, p. 316-329, 2006.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, p. 48-79, 2000.

MORINE-DERSHIMER, G.; KENT, T. The complex nature and sources of teachers' pedagogical knowledge. In: GESS-NEWSOME, J. e LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Examining pedagogical content knowledge**. Boston: Springer, 1999. p.21-50.

MOZZER, N. B. **O entendimento conceitual do processo de dissolução a partir da elaboração de modelos e sob a perspectiva da Teoria de Campos Conceituais**. 2013. Tese de Doutorado Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. Introdução ao tema dissolução através da elaboração de analogias pelos alunos fundamentada na modelagem. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências, 2009, Florianópolis, Brasil. ABRAPEC.

\_\_\_\_\_. Students' pre- and post-teaching analogical reasoning when they draw their analogies. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 3, p. 429-458, 2012.

\_\_\_\_\_. Science teachers' analogical reasoning. **Research in Science Education**, v. 43, n. 4, p. 1689-1713, 2013.

\_\_\_\_\_. Nem tudo que reluz é ouro: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 123-147, 2015.

MOZZER, N. B.; OLIVEIRA, T. M. A.; JUSTI, R. Investigating the relation between declarative and procedural preservice chemistry teachers' knowledge about analogies. In: EVAGOROU, M. e MICHELINI, M. (Ed.). **Pre-service science teacher education**. Esera Conference, 2016. p.2093-2102.

NAKHLEH, M. B. Why some students don't learn chemistry: chemical misconceptions. **Journal of Chemical Education**, v. 69, n. 3, p. 191-196, 1992.

NERSESSIAN, N. J. How do Scientists Think? Capturing the Dynamics of Conceptual Change in Science. In: GIERE, R. N. (Ed.). **Cognitive Models of Science**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1992. p.3-44.

\_\_\_\_\_. **Creating Scientific Concepts**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2008a.

\_\_\_\_\_. Model-based reasoning practices: Historical exemplar. In: NERSESSIAN, N. J. (Ed.). Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2008b. p.19-60.

NIEBERT, K.; MARSCH, S.; TREAGUST, D. F. Understanding needs embodiment: A theory-guided reanalysis of the role of metaphors and analogies in understanding science. **Science Education**, v. 96, n. 5, p. 849-877, 2012.

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.

NOTTIS, K.; MCFARLAND, J. A Comparative analysis of pre-service teacher analogies generated for process and structure concepts. **The Electronic Journal of Science Education**, v. 5, n. 4, 2001.

NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docente. In: NÓVOA, A. (Ed.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992. p.15-33.

\_\_\_\_\_. **Imagens do futuro presente**. Lisboa: Educa, 2009.

NUNES, C. M. F. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. **Educação & Sociedade**, v. 22, n. 74, p. 27-42, 2001.

OLIVA, J. M. **El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias**. Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias. 3 2004.

OLIVA, J. M.; ARAGÓN, M. M. Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 27, n. 2, p. 195-208, 2009.

OLIVA, J. M. et al. Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 3, p. 453-470, 2001.

OLIVA, J. M. et al. **Cambiando las concepciones y creencias del profesorado de ciencias en torno al uso de analogías**. Revista Iberoamericana de Educación, Artículos de los lectores. 4: 1-10 p. 2001.

OLIVEIRA, T. M. A. **As concepções de futuros professores de química sobre analogias: estabelecendo relações entre seus conhecimentos declarativo e procedimental** 2015. Monografia Departamento de Química, Universidade federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

OLIVEIRA, T. M. A.; MOZZER, N. B. Concepções de futuros professores de química sobre analogias; uma análise das comparações elaboradas por licenciandos. **X ENPEC**, 2015.

\_\_\_\_\_. Análise dos conhecimentos declarativo e procedimental de futuros professores de química sobre analogias. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação e Ciências**, v. 19, 2017.

ORGILL, M.; BODNER, G. What research tells us about using analogies to teach Chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 5, n. 1, p. 15-32, 2004.

PARK, S.; OLIVER, J. S. Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. **Research in Science Education**, v. 38, n. 3, p. 261-284, 2008.

PARK, S.; SUH, J. K. From portraying toward assessing PCK: Drivers, dilemmas, and directions for future research. In: BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P., *et al* (Ed.). **Re-examining pedagogical content knowledge in science education**. New York and London: Routledge, 2015. p.104-119.

PICONEZ, S. C. B. A prática de ensino e o estágio supervisionado: a aproximação da realidade escolar e a prática de reflexão. In: PICONEZ, S. C. B. (Ed.). **A prática de ensino e o estágio supervisionado**. Campinas: Papirus, 2012. p.13-33.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S. G. (Ed.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**: São Paulo: Cortez, 2012. p.15-37.

PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. Cortez São Paulo, 2002.

RAMOS, T. C. **Influência da criação e crítica de analogias por estudantes de química do ensino médio na promoção de interações argumentativas.** 2017. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

RATTERMANN, M. J.; GENTNER, D. More evidence for a relational shift in the development of analogy: children's performance on a causal-mapping task. **Cognitive Development**, v. 13, p. 453-478, 1998.

ROBSON, C. **Real world research.** Oxford, UK: Blackwell Publishers., 2002. ISBN 111874523X.

SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Ed.). **Os professores e a sua formação.** 3<sup>a</sup>. Lisboa: Publicações Dom Quixote, v.2, 1997. p.77-91.

\_\_\_\_\_. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

SCHWARTZ, R. S.; LEDERMAN, N. G.; CRAWFORD, B. A. Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. **Science education**, v. 88, n. 4, p. 610-645, 2004.

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

\_\_\_\_\_. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard educational review**, v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987.

\_\_\_\_\_. PCK: Its genesis and exodus. In: BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P., *et al* (Ed.). **Re-examining pedagogical content knowledge in science education.** New York and London: Routledge, 2015. p.3-13.

SILVA, L. N. D. **Formação de professores centrada na pesquisa: a relação teoria e prática.** 2011. Tese de Doutorado Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Goiás, Universidade Federal de Goiás

SILVA, T. A.; MOZZER, N. B. **Conjugando modelagem e analogia no ensino de equilíbrio químico.** X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências(ENPEC). SELLES, S. E. e AMARAL, E. M. R. Águas de Lindóia 2015.

SOUZA, N. A. A relação teoria-prática na formação do educador. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 22, n. 1, p. 5-12, 2001.

SPIER-DANCE, L. et al. The role of student-generated analogies in promoting conceptual understanding for undergraduate chemistry students. **Research in Science & Technological Education**, v. 23, n. 2, p. 163-178, 2005.

STAKE, R. E. Case studies. In: DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (Ed.). **Handbook of Qualitative Research**, 2000. p.435-454.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: Elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas conseqüências em relação à formação para o magistério. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, n. 5, 2000.

\_\_\_\_\_. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

THIELE, R. B.; TREAGUST, D. F. An interpretative examination of high school chemistry teachers' analogical explanations. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 31, n. 3, p. 227-242, 1994.

\_\_\_\_\_. Analogies in chemistry textbooks. **International Journal of Science Education**, v. 17, n. 6, p. 783-795, 1995.

TREAGUST, D. F.; DUIT, R.; JOSLIN, P. Science teachers' use of analogies: observations from classroom practice. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 4, p. 413-422, 1992.

TREAGUST, D. F.; HARRISON, A. G.; VENVILLE, G. J. Teaching science effectively with analogies: an approach for pre-service and in-service teacher education. **Journal of Science Teacher Education**, v. 9, n. 1, p. 85-101, 1998.

TRIPP, D. Critical theory and educational research. **Issues in educational research**, v. 2, n. 1, p. 13-23, 1992. ISSN 0313-7155.

VENVILLE, G. J. The focus-action-reflection (FAR) guide - Science teaching analogies. In: HARRISON, A. G. e COLL, R. K. (Ed.). **Using analogies in middle and secondary science classrooms: The FAR guide-an interesting way to teach with analogies**. California: Corwin, 2008. p.22-31.

WILBERS, J.; DUIT, R. Post-festum and heuristic analogies. In: AUBUSSON, P. J.; HARRISON, A. G., *et al* (Ed.). **Metaphor and Analogy in Science Education**. Dordrecht: Springer, 2006. p.37-49.

WONG, E. D. Understanding the generative capacity of analogies as a tool for explanation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1259-1272, 1993.

ZEICHNER, K. M. *El maestro como profesional reflexivo*. 1993.

\_\_\_\_\_. Uma análise crítica sobre a “reflexão” como conceito estruturante na formação docente. **Educação & Sociedade**, v. 29, n. 103, p. 535-554, 2008.

## ANEXOS

## ANEXO 1 – MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

CÓDIGO	DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS	PRÉ-REQUISITO	CHS	CHA	AULAS		PER
					T	P	
EDU238	FUNDAMENTOS DA EDUCACAO: HISTORIA		30	36	2	0	1
LET966	INTRODUCAO A LIBRAS		60	72	2	2	1
MTM122	CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I		90	108	6	0	1
QUI210	HISTORIA DA QUIMICA		30	36	2	0	1
QUI221	QUIMICA GERAL I		60	72	4	0	1
QUI222	QUIMICA GERAL EXPERIMENTAL I		30	36	0	2	1
EDU236	FUNDAMENTOS DA EDUCACAO: SOCIOLOGIA		30	36	2	0	2
FIS305	FISICA TEORICA I		60	72	4	0	2
MTM123	CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II	MTM122	60	72	4	0	2
MTM131	GEOMETRIA ANALITICA E CALCULO		60	72	4	0	2
QUI223	QUIMICA GERAL II	QUI221 QUI222	60	72	4	0	2
QUI224	QUIMICA GERAL EXPERIMENTAL II	QUI221 QUI222	30	36	0	2	2
EDU210	ORGANIZACAO DO TRABALHO ESCOLAR		30	36	2	0	3
FIS307	FISICA TEORICA III	FIS305 MTM122	60	72	4	0	3
QUI225	QUIMICA ORGANICA I	QUI223 QUI224	60	72	4	0	3
QUI226	QUIMICA ORGANICA EXPERIMENTAL I	QUI223 QUI224	30	36	0	2	3
QUI227	FISICO-QUIMICA I	MTM122 QUI223	60	72	4	0	3
QUI228	FISICO-QUIMICA EXPERIMENTAL I	MTM122 QUI223	30	36	0	2	3
EST202	ESTADISTICA E PROBABILIDADE		60	72	4	0	4
FIS308	FISICA TEORICA IV	FIS307	60	72	4	0	4
QUI229	QUIMICA ORGANICA II	QUI225 QUI226	60	72	4	0	4
QUI230	FISICO-QUIMICA II	QUI227 QUI228	60	72	4	0	4
QUI231	FISICO-QUIMICA EXPERIMENTAL II	QUI227 QUI228	30	36	0	2	4
QUI233	QUIMICA ORGANICA EXPERIMENTAL II	QUI225 QUI226	30	36	0	2	4
EDU208	PSICOLOGIA DA EDUCACAO I		60	72	4	0	5
EDU310	METODOS E TECNICAS DE PESQUISA EM EDUCACAO		30	36	2	0	5
QUI236	PRATICA DE ENSINO DE QUIMICA I	750 horas	60	72	0	4	5
QUI240	QUIMICA INORGANICA I	QUI223 QUI224	30	36	2	0	5
QUI241	QUIMICA INORGANICA EXPERIMENTAL I	QUI223 QUI224	30	36	0	2	5
QUI246	QUIMICA ANALITICA I	QUI223 QUI224	30	36	2	0	5
QUI247	QUIMICA ANALITICA EXPERIMENTAL I	QUI223 QUI224	45	54	0	3	5
QUI390	ESTAGIO SUPERVISIONADO DE QUIMICA I	750 horas	105	126	2	5	5
EDU209	PSICOLOGIA DA EDUCACAO II	EDU208	60	72	4	0	6
EDU311	POLITICA E GESTAO EDUCACIONAL		30	36	2	0	6
QUI130	ANALISE ORGANICA D	QUI229 QUI233	60	72	2	2	6
QUI237	PRATICAS DE ENSINO DE QUIMICA II	QUI236	60	72	0	4	6
QUI248	QUIMICA ANALITICA II	QUI246 QUI247	45	54	3	0	6
QUI249	QUIMICA ANALITICA EXPERIMENTAL II	QUI246 QUI247	45	54	0	3	6
QUI391	ESTAGIO SUPERVISIONADO DE QUIMICA II	QUI390	105	126	2	5	6
CBI256	BIOQUIMICA	QUI229 QUI233	60	72	4	0	7
QUI238	PRATICAS DE ENSINO DE QUIMICA III	QUI237	60	72	0	4	7
QUI346	QUIMICA ANALITICA INSTRUMENTAL	QUI248 QUI249	60	72	2	2	7
QUI392	ESTAGIO SUPERVISIONADO DE QUIMICA III	QUI391	105	126	2	5	7
GEO104	MINERALOGIA	QUI221 QUI222	60	72	2	2	8
QUI169	QUIMICA AMBIENTAL A	QUI225 QUI226	60	72	4	0	8
QUI239	PRATICAS DE ENSINO DE QUIMICA IV	QUI238	60	72	0	4	8
QUI393	ESTAGIO SUPERVISIONADO DE QUIMICA IV	QUI392	105	126	2	5	8

CÓDIGO	DISCIPLINAS ELETIVAS	PRÉ-REQUISITO	CHS	CHA	AULAS	
					T	P
AL1239	BROMATOLOGIA	QUI130	75	90	3	2
BCC701	PROGRAMACAO DE COMPUTADORES I		60	72	2	2
BEV500	CIENCIAS DA NATUREZA: CONTEUDOS E METODOLOGIA		60	72	4	0
CIV228	SANEAMENTO AMBIENTAL		60	72	2	2
EDU400	NEUROPSICOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO E EDUCACAO		60	72	4	0
EDU402	CONCEPCOES DE EDUCACAO CONTINUADA		60	72	4	0
EDU409	PRATICAS EDUCATIVAS EM AMBIENTES NAO-ESCOLARES		60	72	4	0
EDU413	LIVRO DIDATICO E PRATICA EDUCATIVA		60	72	4	0
EDU502	ESTUDOS FILOSOFICOS SOBRE EDUCACAO		60	72	4	0
EDU511	BASES PEDAGOGICAS DO TRABALHO ESCOLAR		60	72	4	0
EDU512	AVALIACAO ESCOLAR		30	36	2	0
EDU516	EDUCACAO E TECNOLOGIA		60	72	2	2
EDU520	PRATICAS EDUCATIVAS: BRINQUEDOTECA		30	36	1	1
EDU530	EDUCACAO DE JOVENS E ADULTOS		30	36	2	0
EDU534	RELACOES ETNICO-RACIAIS E EDUCACAO		30	36	2	0
FAR363	QUALIDADE DE AGUAS		60	72	2	2
FIL136	FILOSOFIA DAS CIENCIAS: SEculo XX		60	72	4	0
FIS119	A FISICA NO MUNDO MODERNO		60	72	4	0
FIS302	ESTRUTURA DA MATERIA I	FIS308 QUI221	60	72	4	0
FIS827	INTRODUCAO A INFORMACAO QUANTICA		60	72	4	0
GEO110	GEOLOGIA GERAL		45	54	3	0
QUI175	ORIGEM E CARACTERIZACAO DE PETROLEO E DERIVADOS	1200 horas	45	54	2	1
QUI181	QUIMIOMETRIA	QUI130 QUI346	30	36	2	0
QUI500	TENDENCIAS EM ENSINO DE QUIMICA	EDU310 QUI236	60	72	4	0
QUI501	INTRODUCAO A QUIMICA DE CARBOIDRATOS		30	36	2	0
QUI502	TENDENCIAS NA EDUCACAO QUIMICA: PESQUISA E ENSINO		30	36	1	1
QUI503	ELABORACAO UNID DIDATICAS P ENS QUI NA EDUC BASICA	QUI236	60	72	2	2
QUI504	TECNOLOGIAS VERDES PARA INDUSTRIAS QUIMICAS	QUI227 QUI229	45	54	3	0
QUI506	INTRODUCAO A FISICO-QUIMICA DE SUPERFICIES	QUI227 QUI228	30	36	2	0
QUI511	INTRODUCAO A QUIMICA DE FARMACOS	QUI229 QUI233	30	36	2	0
QUI512	TECNOLOGIA EM FRAGRANCIAS E FLAVORIZANTES	QUI229 QUI240	30	36	2	0
QUI513	PRATICA DE PROTECAO A PROPRIEDADE INTELECTUAL		60	72	4	0
QUI514	ARGUMENTACAO NO ENSINO DE QUIMICA		60	72	4	0
QUI515	EDUCACAO QUIMICA COM ENFOQUE CTS		60	72	4	0
QUI516	ANALOGIAS E O ENSINO DE QUIMICA		60	72	4	0

## ANEXO 2 – ESTRUTURA GERAL DA DISCIPLINA PRÁTICAS DE ENSINO DE QUÍMICA I

Data	Atividade	Descrição
14/09/2016	Apresentação do curso e do cronograma.	Apresentação, discussão e esclarecimentos sobre as atividades a serem desenvolvidas, referências bibliográficas e formas de avaliação.
16/09/2016	Discussão dos textos: <u>Texto 1:</u> Chapuz, A.; Gil Pérez, D.; Pessoa A. et al. Defesa do construtivismo: que entendemos por posições construtivistas na educação em ciência. In: Cachapuz et al. (Orgs.). <i>A Necessária Renovação do Ensino de Ciências</i> . São Paulo: Cortez, p. 109-123, 2005. <u>Texto 2:</u> Duit, R.; Treagust, D. Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. <i>International Journal of Science Education</i> , v.5, n. 6, p.671-688, 2003. <sup>15</sup>	Discussão com os futuros professores sobre construtivismo e mudança conceitual em seus aspectos gerais e, de maneira mais específica, no ensino de Ciências.
21/09/2016	Discussão dos textos: <u>Texto 3:</u> Mortimer, E. Construtivismo, Mudança Conceitual e o Ensino de Ciências: Para Onde Vamos? <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , p. 20-39, 1995. <u>Texto 4:</u> Driver, R.; Asoko, H.; Leach, J.; Mortimer, E. & Scott, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. <i>Química Nova na Escola</i> , n.9, p. 31-40, 1999. Distribuição dos seminários sobre concepções alternativas.	Discussão sobre as críticas tecidas ao construtivismo e a mudança conceitual. Discussão sobre construção social do conhecimento em salas de aula Ciências e sobre a ideia de Perfil Conceitual. Divisão da turma em dois grupos para a organização do seminário sobre concepções alternativas.
23/09/2016	Discussão do texto: <u>Texto 5:</u> Nakhleh, M. Why some students don't learn Chemistry (Por que os estudantes não aprendem Química). <i>Journal of Chemical Education</i> . v. 69, n.3, p.191-196, 1992. Tradução Luiz Otávio Amaral.	Discussão sobre as dificuldades de aprendizagem dos estudantes relacionadas à Química e sobre a noção de concepção alternativa a partir de alguns exemplos nesse domínio. Discussão sobre a importância de conhecer essas concepções e saber lidar com as mesmas.
05/10/2016	<i>Seminário 1:</i> Concepções Alternativas sobre Matéria e Transformações Químicas e Físicas <i>Seminário 2:</i> Concepções Alternativas sobre Ligações Químicas e Interações Intermoleculares e Dissolução	Apresentação dos seminários pelos grupos, seguida de discussão com toda a turma sobre as concepções alternativas apresentadas durante os seminários e sobre a maneira de lidar com elas.

<sup>15</sup> A professora formadora forneceu aos futuros professores a tradução dos textos em língua inglesa discutidos na disciplina.

Data	Atividade	Descrição
07/10/2016	Atividade em dupla: Como lidar com as ideias dos alunos?	Realização de uma atividade em dupla na qual os futuros professores foram solicitados a expressar a maneira como lidariam com determinadas dificuldades e concepções alternativas dos estudantes, relatadas por professores a partir de suas experiências em salas de aula de Química.
14/10/2016	Atividade Introdutória sobre Modelos	Realização de uma atividade de sondagem sobre a concepção de modelos dos futuros professores. Nesta atividade, eles foram solicitados a classificar uma variedade de imagens apresentadas a eles (gráficos, miniaturas, equações etc.) como modelos ou não.  Discussão sobre as ideias apresentadas pelos futuros professores e sobre o significado de modelo na Ciência e no ensino.
19/10/2016	Discussão dos textos: <u>Texto 6.1:</u> Dissertação de Ariadne Queiroz dos Santos (2008) – Contribuições do ensino de ligação iônica baseado em modelagem ao desenvolvimento da capacidade de visualização – Páginas 5 a 15 e 24 a 35 (capítulo 2). <u>Texto 6.2:</u> JUSTI, R. Modelos e modelagem no ensino de química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: DOS SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O.A. (Orgs.). Ensino de Química em Foco. Ijuí: Unijuí. 2010.	Discussão sobre o significado e sobre os papéis desempenhados pelos modelos na Ciência e no ensino de Ciências.  Discussão sobre os vários tipos de modelo (modelo científico, curricular, histórico, consensual e modelo de ensino), sobre as várias formas de representação dos mesmos (concreto, 3D, 2D, simulações etc.) e sobre aspectos gerais da modelagem no ensino de ciências.  Discussão sobre os níveis representacionais macro (fenomenológico), submicroscópico (partículas) e simbólico (representacional).  Solicitação de que os futuros professores respondessem para a aula seguinte um questionário de sondagem sobre analogias antes da leitura dos próximos textos a serem discutidos.

Data	Atividade	Descrição
21/10/2016	<p>Discussão dos textos:</p> <p><u>Texto 7</u>: Mozzer, N. B.; Justí, R. S. “Nem Tudo que Reluz é Ouro”: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. <i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência</i>, v. 15, n. 1, p. 123-147, 2014.</p> <p><u>Texto complementar 8</u>: Glynn, S. M. Methods and strategies: Teaching with analogies. <i>Science and Children</i>, 44(8), p. 52-55, 2007. <i>Leitura Complementar</i></p> <p><u>Texto complementar 9</u>: Venville, G. J. The focus-action-reflection (FAR) guide - Science teaching analogies. In A. G. Harrison &amp; R. K. Coll (Eds.), <i>Using analogies in middle and secondary science classrooms: The FAR guide-an interesting way to teach with analogies</i>. California: Corwin, p. 22-31, 2008. <i>Leitura Complementar</i></p> <p><u>Texto complementar 10</u>: Clement, J., &amp; Brown, D. E. Using analogies and models in instruction to deal with students' preconceptions. In J. Clement (Ed.), <i>Creative Model Construction in Scientists and Students: The role of imagery, analogy and mental simulations</i>. Dordrecht: Springer, p. 139-155, 2008. <i>Leitura Complementar</i></p>	<p>Discussão sobre analogias e outros tipos de comparações.</p> <p>Discussão sobre os papéis desempenhados pelas analogias na Ciência e no ensino de Ciências.</p> <p>Discussão sobre os problemas relacionados ao uso de analogias no ensino de Ciências principalmente no que concerne ao seu uso sob o paradigma da recepção.</p> <p>Discussão sobre modelos que orientam o uso de analogias no ensino tais como: TWA, FAR e Analogias Ponte.</p>
26/10/2016	<p>Discussão de comparações elaboradas por professores e futuros professores de Química.</p>	<p>Apresentação de comparações de professores e futuros professores de Química ao serem solicitados a elaborar uma analogia destinada ao ensino de Ciências. Estas comparações foram extraídas de trabalhos anteriores da pesquisadora e da professora formadora e de outras pesquisas no ensino de Ciências. Após a apresentação de cada comparação, os futuros professores foram solicitados a realizar o mapeamento da mesma de forma explícita, apontar as limitações, classificá-las como analogia ou outro tipo de comparação e discutir se ela se tratava de uma boa analogia para ensino do domínio alvo.</p> <p>Discussão com toda a turma sobre as ideias apresentadas pelos futuros professores nesta atividade.</p>
27/10/2016 a 14/01/2017	Paralisação/Recesso Escolar	Não foram realizadas atividades durante esse período com exceção do planejamento e desenvolvimento da aula 1.

Data	Atividade	Descrição
21/11/2016	Solicitação de Planejamento da aula 1 a ser desenvolvida em dupla/trio	Fornecimento de informações aos futuros professores sobre os aspectos centrais que deveriam constar em seu planejamento. Eles também foram informados de que deveriam usar analogias como estratégia de ensino e levar em consideração os aspectos trabalhados anteriormente na disciplina.
21/11/2016 a 01/12/2016	Reuniões agendadas com as duplas/trio dos futuros professores	Discussão sobre as dificuldades dos futuros professores com relação ao conteúdo e estruturação do planejamento.
30/11/2016 a 02/12/2016	Aula 1 – ministrada pelos futuros professores nas escolas estaduais ocupadas	Realização da aula por cada dupla/trio, seguida de entrevista sobre os processos de planejamento e ensino vivenciados.
20/01/2017	Sondagem das ideias prévias sobre Equilíbrio Químico	Realização da atividade de sondagem das ideias prévias sobre Equilíbrio Químico composta por algumas questões que tinham por objetivo propiciar o acesso às ideias dos futuros professores sobre características gerais deste processo, como: a reversibilidade, o dinamismo, a coexistência de reagentes e produtos, a constante de equilíbrio.  Discussão sobre as ideias apresentadas pelos futuros professores na atividade.
25/01/2017	Discussão dos textos: <u>Texto 11</u> : Machado, A. H.; Aragão, R. M. R. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. Química Nova na Escola, n. 4, nov. 1996. <u>Texto 12</u> : Carobin, C; Serrano, A. Uma revisão das concepções alternativas em Equilíbrio Químico dentro do enfoque dos diferentes níveis de representação. Acta Scientiae, v.9, n.2, jul./dez. 2007. <u>Texto 13</u> : Milagres, V. S. O.; Justi, R. S. Modelos de Ensino de Equilíbrio Químico – Algumas Considerações Sobre o que Tem Sido Apresentado em Livros Didáticos do Ensino Médio. Química Nova na Escola, n. 13, maio 2011.	Apresentação de seminário sobre as concepções alternativas sobre Equilíbrio Químico, com base nos textos destacados. <sup>16</sup>  Discussão com toda a turma sobre as principais concepções alternativas apresentadas por estudantes sobre o tema Equilíbrio Químico e as maneira de trabalhá-las.

<sup>16</sup> O seminário foi apresentado por uma futura professora que não pode estar presente nas apresentações de seminários sobre concepções alternativas ocorridas anteriormente.

Data	Atividade	Descrição
27/01/2017	Analogias: Atividade de modelagem analógica baseada na proposta de Silva e Mozzer (2015).	<p>Divisão da turma em dois grupos para a realização da atividade de modelagem analógica.</p> <p>Realização da atividade de modelagem analógica, na qual os futuros professores foram solicitados a explicar o comportamento do sistema em equilíbrio por meio da proposição de modelos e analogias. Nesta etapa, foi apresentado aos futuros professores um vídeo que evidenciava a reversibilidade das reações em equilíbrio.</p> <p>Auxílio da pesquisadora e da professora formadora aos grupos no sentido de direcioná-los na interpretação das evidências e na elaboração de modelos e analogias que fossem capazes de explicar o aspecto abordado.</p> <p>Socialização dos modelos e analogias elaboradas por cada grupo para toda a turma.</p>
01/02/2017	Analogias: Atividade de modelagem analógica baseada na proposta de Silva e Mozzer (2015).	<p>Realização de uma nova etapa da modelagem analógica na qual foi apresentado aos futuros professores um vídeo que evidenciava a coexistência de reagentes e produtos e o dinamismo das reações em equilíbrio. Como na atividade anterior, os futuros professores deveriam explicar esse comportamento do sistema por meio de analogias e modelos. Para isso, eles poderiam utilizar os modelos e analogias elaborados na atividade anterior caso eles fossem capazes de explicar esse novo aspecto. Caso contrário, eles deveriam reformulá-los ou elaborar novos modelos e analogias.</p> <p>Auxílio da pesquisadora e da professora formadora aos grupos no sentido do reconhecimento e interpretação das evidências e na elaboração de modelos e analogias que fossem capazes de explicar o aspecto abordado.</p>
03/02/2017	Analogias: Atividade de modelagem analógica baseada na proposta de Silva e Mozzer (2015).	<p>Continuação da atividade anterior de modelagem analógica.</p> <p>Auxílio da pesquisadora e da professora formadora aos grupos no sentido do reconhecimento e interpretação das evidências e na elaboração de modelos e analogias que fossem capazes de explicar o aspecto abordado.</p> <p>Socialização dos modelos e analogias elaborados por cada grupo para toda a turma.</p>

08/02/2017	Analogias: Atividade de elaboração de modelos e analogias baseada na proposta de Silva e Mozzer (2015).	Realização de uma nova etapa da modelagem analógica na qual os futuros professores deveriam utilizar as analogias e modelos elaborados nas etapas anteriores na tentativa de explicar os diferentes aspectos do equilíbrio químico a partir de uma nova situação.  Discussão sobre a relevância de atividades de elaboração, crítica e reformulação de analogias no ensino de Ciências.
10/02/2017	Discussão dos textos: <u>Texto 14</u> : Lopes, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , Barcelona, Universidade Autônoma de Barcelona, v. 11, n. 3, p. 324-330, 1993. <u>Texto 15</u> : Lopes, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química I – obstáculos animistas e realistas. <i>Química Nova</i> , São Paulo, v. 15, n. 3, p. 254-261, <b>1992</b> .	Discussão sobre a ideia de obstáculos epistemológicos desenvolvida por Bachelard.  Discussão sobre os vários tipos de obstáculos epistemológicos.  Discussão sobre os obstáculos epistemológicos no ensino de Ciências.
15/02/2017	Discussão do texto: <u>Texto 16</u> : Andrade, B. L.; Ferrari, N. As Analogias e Metáforas no Ensino de Ciências à Luz da Epistemologia de Gaston Bachelard. <i>Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências</i> , v. 2, n. 2, p. 1-11, dez. 2002.	Discussão sobre a possibilidade de analogias se tornarem obstáculos epistemológicos quando utilizadas de forma inadequada no ensino.
17/02/2017	Discussão dos textos: <u>Texto 17</u> : Monteiro, I. G., & Justi, R. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 5, 67-91, 2000. <u>Texto 18</u> : Souza, V. C. A., Justi, R., & Ferreira, P. F. M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 11(1), 7-28, 2006.	Discussão sobre a maneira com que analogias e modelos têm sido apresentados em livros didáticos destinados ao ensino de Ciências.
22/02/2017	Elaboração do Planejamento 2 realizado em dupla/trio	Solicitação de elaboração do planejamento de uma aula de 50 minutos, na qual deveriam ser abordados aspectos introdutórios sobre o tema dissoluções. Para a elaboração e desenvolvimento da aula, os futuros professores deveriam utilizar analogias como estratégia de ensino e levar em consideração os demais aspectos discutidos ao longo da disciplina.  Discussão entre os integrantes das duplas/trio sobre quais aspectos seriam essenciais de serem trabalhados com relação à temática.

24/02/2017	<p>Elaboração do Planejamento 2 realizado em dupla/grupo</p> <p><b>Atividade 2 (individual):</b> Obstáculos epistemológicos e Analogias em Livros Didáticos (em casa)</p>	<p>Elaboração do planejamento pelos futuros professores.</p> <p>Discussões entre pesquisadora, professora formadora e as duplas/trio no sentido de orientá-los na elaboração do planejamento.</p> <p>Solicitação de atividade a ser realizada em casa, na qual os futuros professores deveriam analisar analogias encontradas em livros didáticos de Química com base em critérios apontados pela literatura. Além disso, os futuros professores deveriam encontrar nestes livros didáticos obstáculos epistemológicos e classificá-los.</p>
03/03/2017	Elaboração do Planejamento 2 realizado em dupla/grupo	<p>Elaboração do planejamento pelos futuros professores.</p> <p>Discussão entre pesquisadora, professora formadora e futuros professores no sentido de orientá-los com relação à elaboração do planejamento.</p>
16/03/2017	Aula 2 – ministrada pelos futuros professores nas escolas estaduais	Realização da aula por cada dupla/trio seguida de entrevista sobre os processos de planejamento e ensino vivenciados.
17/03/2017	Aula 2 – ministrada pelos futuros professores nas escolas estaduais	Realização da aula por cada dupla/trio seguida de entrevista sobre os processos de planejamento e ensino vivenciados.
22/03/2017	Atividade de sondagem_ currículo	Realização da atividade de sondagem sobre as ideias prévias dos estudantes sobre currículo composta por algumas questões que visavam acessar as ideias dos futuros professores, como: os objetivos do currículo, estruturação de um currículo, questões centrais na construção de um currículo.

### **ANEXO 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DESTINADO AOS FUTUROS PROFESSORES**

#### **Termo de consentimento livre e esclarecido direcionado ao aluno**

Prezado(a) aluno(a),

Por meio deste termo, viemos convidá-lo(a) a participar como voluntário da pesquisa: “Proposição, desenvolvimento e análise de uma sequência de ensino com analogias destinada à formação de professores de Química” que será realizada com alunos da Licenciatura em Química da UFOP e que ocorrerá no período de 21/10/2017 a 21/12/2017.

Essa pesquisa tem como principal objetivo investigar como o conhecimento de licenciandos em química sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino de ciências se desenvolvem quando os mesmos vivenciam uma sequência de ensino centrada na modelagem analógica.

O motivo que nos leva a realizar tal estudo é a identificação - a partir de nossas experiências como professoras de Química e de estudos da literatura da área de Educação - de que, na maioria das vezes, as analogias são elaboradas pelos professores ou autores de livros de Química e fornecidas aos alunos. Espera-se com esse procedimento que os alunos as compreendam, bem como o conteúdo químico por trás delas. No entanto, pesquisas têm mostrado que isso nem sempre ocorre. Para que os alunos possam elaborar e criticar suas próprias analogias é necessário que o professor atue como guia deste processo. Acreditamos que ao vivenciarem, durante sua formação inicial, o processo de elaboração e refino de suas próprias analogias os futuros professores estarão aptos a utilizá-las em toda sua potencialidade no ensino. Nesse sentido, nos propusemos a investigar o desenvolvimento do conhecimento sobre analogias e sobre o uso de analogias de licenciandos a partir de uma sequência de ensino elaborada pelas pesquisadoras e, por isso, sua participação será muito importante.

Para a realização desta pesquisa, a aluna do Mestrado em Educação do ICHS-UFOP, Thais Mara A. Oliveira, orientada pela professora Nilmara Mozzer, realizará entrevistas fora do horário regular das aulas e questionário no horário destas.

Para a realização da pesquisa, as entrevistas serão filmadas e gravadas em áudio e o material escrito produzido pelos alunos será fotocopiado. As filmagens e os registros em áudio serão realizadas pela bolsista, durante as aulas da disciplina de Práticas de Ensino de Química.

Existem riscos, mesmo que mínimos, de exposição da sua imagem na divulgação dos resultados da pesquisa e de um certo desconforto para você com a participação do estudo, especialmente devido à filmagem das intervenções. Porém, tais riscos se justificam pelos maiores benefícios que essa pesquisa pode trazer, tais como: sua participação mais ativa na aprendizagem de Química; o desenvolvimento da sua autonomia na elaboração do conhecimento; desenvolvimento de uma visão mais crítica das analogias e modelos na ciência e sobre seu papel no desenvolvimento do

conhecimento científico; e a elaboração de analogias e modelos mais coerentes com os aspectos curriculares almejados no ensino de Química.

Você será esclarecido sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar e a qualquer momento. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Os registros em vídeo e áudio terão a função exclusiva de auxiliar a pesquisa e, por isso, sua identidade será preservada. Os resultados da pesquisa estarão disponíveis para você e permanecerão confidenciais. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Os dados e instrumentos utilizados nesta pesquisa (por exemplo, filmagens, áudios e questionários) ficarão guardados sob a responsabilidade das pesquisadoras, com a garantia de manutenção do sigilo e da confidencialidade. Eles serão arquivados por um período de cinco anos e após esse tempo serão destruídos. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar desse estudo. Uma cópia deste termo de consentimento será arquivada e outra será fornecida a você.

A participação nessa pesquisa não acarretará custos para você e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional. Apesar disso, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização.

Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)3559-1707; no endereço: Morro do Cruzeiro, Departamento de química, ICEB, Sala 15 (ICEB I), Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: [nilmara@iceb.ufop.br](mailto:nilmara@iceb.ufop.br).

Para obter esclarecimentos relativos aos aspectos éticos dessa pesquisa, por favor entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: [cep@propp.ufop.br](mailto:cep@propp.ufop.br).

Visando atender aos princípios de ética da pesquisa, solicito que você preencha e devolva assinada a via “Declaração” que consta na última página deste documento.

Desde já, agradecemos sua colaboração para a realização desta pesquisa.

Atenciosamente,

---

Professora Nilmara Braga Mozzer

---

Aluna Thaís Mara A. Oliveira

## DECLARAÇÃO

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que estou suficientemente esclarecido(a) sobre os objetivos da pesquisa “Proposição, desenvolvimento e análise de uma sequência de ensino com analogias destinada à formação de professores de Química”. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e alterar minha decisão se assim o desejar. Fui certificado(a) de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sei que não terei custos nem compensações por participar desta pesquisa.

Em caso de dúvidas, estou ciente de que poderei entrar em contato com a professora coordenadora Nilmara Braga Mozzer ou com a mestrandia Thais Mara Anastácio Oliveira no telefone (31)3559-1707 (e-mail: [nilmara@iceb.ufop.br](mailto:nilmara@iceb.ufop.br)) ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: [cep@propp.ufop.br](mailto:cep@propp.ufop.br).

Declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

		/ /
Nome	Assinatura do Participante	Data

		/ /
Nome	Assinatura do Pesquisador	Data

		/ /
Nome	Assinatura do Coordenador	Data

## **ANEXO 4 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DIRECIONADO À CHEFIA DO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

### **Termo de consentimento livre e esclarecido direcionado à chefia do departamento de química**

Prezado Sr. Cláudio Gouvêa dos Santos,

Por meio deste termo, viemos informá-lo sobre a realização da pesquisa “Proposição, desenvolvimento e análise de uma sequência de ensino com analogias destinada à formação de professores de Química” que será realizada com alunos da Licenciatura em Química da UFOP e que ocorrerá no período de março/2017 a julho/2017.

Essa pesquisa tem como principal objetivo investigar como o conhecimento de licenciandos em química sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino de ciências se desenvolvem quando os mesmos vivenciam uma sequência de ensino centrada na modelagem analógica.

O motivo que nos leva a realizar tal estudo é a identificação - a partir de nossas experiências como professoras de Química e de estudos da literatura da área de Educação - de que, na maioria das vezes, as analogias são elaboradas pelos professores ou autores de livros de Química e fornecidas aos alunos. Espera-se com esse procedimento que os alunos as compreendam, bem como o conteúdo químico por trás delas. No entanto, pesquisas têm mostrado que isso nem sempre ocorre. Para que os alunos possam elaborar e criticar suas próprias analogias é necessário que o professor atue como guia deste processo. Acreditamos que ao vivenciarem, durante sua formação inicial, o processo de elaboração e refino de suas próprias analogias os futuros professores estarão aptos a utilizá-las em toda sua potencialidade no ensino. Nesse sentido, nos propusemos a investigar o desenvolvimento do conhecimento sobre analogias e sobre o uso de analogias de licenciandos a partir de uma sequência de ensino elaborada pelas pesquisadoras e, por isso, a participação destes licenciandos será muito importante.

Para a realização desta pesquisa, será desenvolvida uma sequência de ensino na disciplina *Práticas de Ensino de Química*, que compõe a grade curricular do curso de Química Licenciatura. A aluna do Mestrado em Educação do ICHS-UFOP, Thais Mara A. Oliveira, orientada pela professora Nilmara Mozzer, realizará entrevistas fora do horário regular das aulas e questionário no horário destas.

Para a realização da pesquisa, as entrevistas serão filmadas e gravadas em áudio e o material escrito produzido pelos licenciandos será fotocopiado. As filmagens e os registros em áudio serão realizados pela bolsista.

Ressaltamos que a pesquisa não pretende comprometer o desenvolvimento e cumprimento da ementa do curso, uma vez que a temática a ser abordada na sequência de ensino é prevista como parte integrante de tal ementa. Adicionalmente, acreditamos que a abordagem a ser realizada pode contribuir com discussões de tópicos importantes para a formação inicial de professores de Química.

Existem riscos, mesmo que mínimos, de exposição da imagem dos participantes na divulgação dos resultados da pesquisa e de um certo desconforto experimentado pelos mesmos com a participação do estudo, especialmente devido à filmagem das intervenções. Porém, tais riscos se justificam pelos maiores benefícios que essa pesquisa

pode trazer aos licenciandos, tais como: a participação mais ativa na aprendizagem de Química; o desenvolvimento da autonomia na elaboração do conhecimento; desenvolvimento de uma visão mais crítica das analogias e modelos na ciência e sobre seu papel no desenvolvimento do conhecimento científico; e a elaboração de analogias e modelos mais coerentes com os aspectos curriculares almejados no ensino de Química.

Caso seja concedida a autorização para a realização da pesquisa, os licenciandos receberão um “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”. Nesses documentos, eles serão explicados os objetivos da pesquisa e seus aspectos metodológicos e os licenciandos serão solicitados a assinar uma autorização para a utilização dos dados.

O licenciando tem liberdade para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A participação dos mesmos é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Os registros em vídeo e áudio terão a função exclusiva de auxiliar a pesquisa e, por isso, a identidade dos participantes será preservada. Os resultados da pesquisa estarão disponíveis para os licenciandos e permanecerão confidenciais. O nome ou material que indique a participação dos licenciandos não será liberado sem a permissão dos mesmos. Os dados e instrumentos utilizados nesta pesquisa (por exemplo, filmagens, áudios e questionários) ficarão guardados sob a responsabilidade das pesquisadoras, com a garantia de manutenção do sigilo e da confidencialidade. Eles serão arquivados por um período de cinco anos e após esse tempo serão destruídos. Os participantes não serão identificados em nenhuma publicação que possa resultar desse estudo.

A participação nessa pesquisa não acarretará custos para os participantes e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional. Apesar disso, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, o participante tem assegurado o direito à indenização.

Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)3559-1707; no endereço: Morro do Cruzeiro, Departamento de química, ICEB, Sala 15 (ICEB I), Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: [nilmara@iceb.ufop.br](mailto:nilmara@iceb.ufop.br).

Para obter esclarecimentos relativos aos aspectos éticos dessa pesquisa, por favor entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: [cep@propp.ufop.br](mailto:cep@propp.ufop.br).

Visando atender aos princípios de ética da pesquisa, solicito que você preencha e devolva assinada a via “Autorização” que consta na última página deste documento.

Desde já, agradecemos sua colaboração para a realização desta pesquisa.

Atenciosamente,

---

Nilmara Braga Mozzer (Orientadora e Coordenadora do projeto)

---

Thaís Mara A. Oliveira (Mestranda e Pesquisadora)

## A U T O R I Z A Ç Ã O

Após ter sido esclarecido(a) sobre os propósitos, condições de realização da pesquisa “Proposição, desenvolvimento e análise de uma sequência de ensino com analogias destinada à formação de professores de Química”, seus possíveis benefícios e riscos, autorizo que a mesma seja realizada neste estabelecimento de ensino, com a participação dos alunos, professores e demais funcionários.

---

Prof. Dr. Cláudio Gouvêa dos Santos

/ \_\_\_ / \_\_\_  
Data

## ANEXO 5 – PLANEJAMENTO 1

### PLANEJAMENTO DE AULA

Escola: Polivalente

Turma: Ensino Médio (1º, 2º e 3º ano)

Data: 02/12/16

Horário: 8:00 Às 9:00

#### 1. INTRODUÇÃO: (Tempo estimado 10 min)

##### **Explicitar a importância do tema e o objetivo geral do planejamento.**

A palavra raça, apesar de ter origem biológica, não tem base científica para definir, e muito menos classificar os seres humanos. Apesar disso, a sociedade faz uso da palavra raça com sentido político, para definir diferenças entre pessoas e justificar dominação de um povo sobre o outro.

A sociedade brasileira, em geral, sempre procurou sustentar a imagem de um povo gentil, cortês, simpático, pacífico e, sobretudo, sem preconceito de raça e religião. Entretanto, no silêncio das relações interpessoais, as pessoas negras e seus descendentes sempre foram tratados com inferioridade.

O presente planejamento tem como objetivo promover uma reflexão acerca da modelagem do comportamento infantil por intermédio do meio sociocultural do qual elas fazem parte e apontar alternativas para trabalhar a desconstrução do racismo, principalmente nas escolas.

#### 2. CARACTERÍSTICAS DA TURMA OU DOS ALUNOS

A Escola Estadual de Ouro Preto (Polivalente) está localizada na Rua Simão Lacerda, no bairro Bauxita. A escola é formada por turmas de ensino médio e fundamental. Além das turmas tradicionais, há na escola turmas do PAV (Programa Acelerar para Vencer) no período noturno.

Esta escola recebe alunos dos bairros periféricos de Ouro Preto, sendo essa uma população mais simples. Nesse período de ocupações estão sendo realizadas atividades com o intuito de contextualizar os envolvidos no cenário vigente.

#### 3. DESCRIÇÃO DE CADA EVENTO:

##### Introdução do análogo: (Tempo estimado 5min)

O termo Behaviorismo foi inaugurado pelo americano John B. Watson, em 1913, “behavior” significa “comportamento”; para denominar essa tendência teórica, são utilizados os termos Behaviorismo, Comportamentalismo, ou ainda Análise do Comportamento.

O Behaviorismo dedica-se ao estudo das interações entre o indivíduo e o ambiente, entre as ações do indivíduo (suas respostas) e o ambiente (os estímulos).

O ambiente, diferente do senso comum, é tudo aquilo que cerca o indivíduo, seja objetos, pessoas, ou até mesmo, efeitos sonoros. É chamado de estímulo qualquer um

destes fatores que estejam presentes no ambiente e que possam alterar o comportamento do indivíduo.

- Hoje nós trouxemos um vídeo, no qual um ratinho (o indivíduo) recebe como estímulos vantagens tais como: água e comida para reforçar o comportamento do mesmo de acordo com o processo de modelagem do experimentador.

Vamos usar esse vídeo para estabelecer algumas relações com o racismo.

Apresenta-se o **Anexo 1**. (Tempo estimado 5min)

Em seguida será apresentada e discutida a analogia (15 min)

<b>Análogo (Análise comportamental do rato)</b>	<b>Mapeamento</b>	<b>Alvo (Análise comportamental da criança)</b>
O rato é estimulado a tocar na bola e obtendo êxito é recompensado com água ou comida.	↔	A criança é estimulada a praticar atos racistas, reforçando involuntariamente a cultura do racismo.
Se o rato for frequentemente estimulado a fim de se obter um determinado comportamento, as chances de ele atingir o objetivo alvo serão maiores.	↔	Se frequentemente as consequências das práticas racistas forem trabalhadas com as crianças, as chances de se tornarem adultos mais conscientes serão maiores.
Dependendo da maneira que se instrui o rato, reforçando os estímulos, ele pode apresentar uma mudança comportamental gradativa, apresentando os resultados desejados.	↔	Dependendo da maneira com que os pais (e outros agentes sociais, como professores, outros familiares, amigos etc.) instruem as crianças, incentivando a prática de atos não racistas, por exemplo, a partir de seus próprios atos, a criança poderá apresentar uma evolução comportamental em prol de práticas não racistas.

### **Limitações:**

- Os estímulos apresentados ao rato são vantagens tais como: comida e água. Em contrapartida, os estímulos apresentados às crianças são os comportamentos reconhecidos e aprovados pela cultura na qual elas se encontram inseridas.

- O rato é um animal irracional e se encontra em meio isolado, sob a interferência externa apenas do experimentador, o que permite uma mudança comportamental mais imediata. Já as crianças encontram-se inseridas em uma sociedade, na qual estão sujeitas a múltiplas influências comportamentais (pró e antirracistas, por exemplo). Seus comportamentos se constroem ao longo da vida, período no qual elas têm a oportunidade de refletir sobre esses comportamentos.

- Após um comportamento inesperado do animal, estímulos podem ser removidos do processo de modelagem, resultando em punições e inibindo determinadas condutas. Após um comportamento inesperado de uma criança ao praticar o racismo contra um colega em sala de aula o professor poderá conversar com a criança no sentido de ajudá-la a pensar sobre seu ato e sobre as consequências do mesmo, contudo a remoção dos

estímulos ou punição nos seres humanos não significa reforçar comportamentos positivos ou a inibição de determinada conduta.

#### 4. CONCLUSÃO: (Tempo estimado 15min)

Dentre os desafios que se impõem nessa nossa busca por formas duradouras e eficazes de desconstrução do racismo, o primeiro diz respeito ao racismo enraizado na mente e cotidiano das pessoas – de quem pratica e de quem o sofre. O segundo desafio é identificar e combater suas manifestações nas estruturas, na ação dos agentes que representam essas estruturas. E, por fim, precisaremos atacar o racismo no sistema que é o que mais se alimenta disso tudo. Além de combatermos o problema na sua execução, precisamos descobrir como atingi-lo na sua raiz, ou seja, no que mantém as organizações racistas vivas.

Assim, a superação do racismo exigirá mais do que meras mudanças de atitudes preconceituosas de pessoas, grupos ou instituições; exige que se busque o cerne da dominação que alimenta esses preconceitos e que são também por eles alimentados. A mudança vai além, muito além da identificação, mas para chegarmos à mudança sistêmica, precisaremos percorrer esse caminho. E a educação é um dos terrenos decisivos para que sejamos vitoriosos nesse esforço.

Será aberto a discussão para saber opiniões dos alunos sobre como poderíamos desconstruir o racismo.

- No final serão projetadas algumas imagens para mostrar porque devemos acabar com o racismo, conforme os anexos abaixo:

- Anexo 2; Anexo 3; Anexo 4; Anexo 5;

#### REFERÊNCIAS

-<http://www.filosofia-em-destaque.com.br/news/a2-reflex%C3%A3o-sobre-racismo/>  
 -<http://comportamento.net/2012/03/psi-comportamento-anim/>

#### ANEXOS

**Anexo 1:** Vídeo “O ratinho brasileiro”. Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=eZHvcg22V4>

**Anexo 2:** Esta terrível cena faz parte de um dos movimentos racistas norte-americanos mais brutais da História: A Rebelião Racial de Omaha de 1919, em Nebraska, EUA.



Fonte: <http://showdomedo.blogspot.com.br/2013/08/fotos-chocantes-ii.html>

**Anexo 3:** Sob o lema o “racismo institucional deve ser combatido”, o ministro da Saúde, Arthur Chioro, destacou o quanto estes dados são impactantes. “Eles mostram como a desigualdade traz mais doenças, mais sofrimento e mais mortes”.



Fonte: <http://portal.comunique-se.com.br/mkt-pp/75751-racismo-faz-mal-a-saude-ministerio-lanca-campanha-contra-o-racismo-no-sus>.

**Anexo 4:** "Racismo um crime que se sente na pele"



Fonte: <http://www.geledes.org.br/18-expressoes-racistas-que-voce-usa-sem-saber/#gs.DBkfgRI>

**Anexo 5:**



Fonte: <http://frasesfofas.com/frases-contra-o-racismo/>

**Anexo 6:**

Fonte: <http://www.vipmidia.net/combate-ao-racismo>

## ANEXO 6 – PLANEJAMENTO 2

### Planejamento de Aula

#### 1- Características da turma

Esta aula será ministrada para alunos do 2º ano do ensino médio, da escola Dom Silvério, na cidade de Mariana. A maioria destes alunos é pouco participativa, entretanto, aulas dialogadas e com caráter investigativo, envolvendo a realização de experimentos, despertam-lhes maior interesse.

#### 2- Escolha do Tema Soluções

Em química a palavra “solução” tem um significado bem peculiar. Uma solução é um material composto de mais de uma substância, de forma que essas substâncias sejam solúveis entre si. Há, entretanto, outra característica importante em um material para que ele seja considerado uma solução: ter a mesma composição, em termos das quantidades das substâncias que a compõem, em qualquer fração do material. Assim, em uma solução, as substâncias devem estar distribuídas de forma homogênea por todas as porções.<sup>1</sup>

Considerando algumas concepções alternativas e as dificuldades dos alunos em compreender o conceito de soluções e o processo de dissolução a ele associado, e também de observarem e caracterizarem as soluções presentes em seu cotidiano, percebemos que há a necessidade de se trabalhar com uma proposta que abranja o comportamento das partículas no nível submicroscópico, de forma que os alunos compreendam as interações que ocorrem entre as diferentes substâncias e o processo de dissolução.

Constatamos a partir de nossas experiências com o PIBID que as aulas investigativas despertam um maior interesse dos alunos, proporcionando um momento de reflexão e discussão; com isso é possível que os alunos revisem seus conhecimentos prévios e ampliem tais conhecimentos, visando alcançar e compreender o conhecimento científico.

#### 3- Objetivos

- Realizar experimentos demonstrativos, com o objetivo de sondar os conhecimentos prévios dos alunos através de algumas perguntas, enfatizando a ideia de que não há interações entre as moléculas de água e óleo em relação àquelas que existem entre as partículas de água e entre as partículas de óleo.
- Auxiliar os alunos a compararem os sistemas de forma a reconhecerem as possíveis semelhanças existentes. Com isso, espera-se que os alunos elaborem o mapeamento da analogia em questão, com o auxílio das professoras.

#### 4- Possíveis concepções alternativas

Algumas das concepções alternativas apresentadas pelos alunos em relação ao tema soluções são:

Os alunos tendem a pensar que algumas substâncias, ao solubilizarem, desaparecem, a exemplo, do sal ao ser adicionado em água.

Os alunos não conseguem atribuir explicações sobre as forças intermoleculares existentes entre as substâncias, portanto, explicam a formação de uma ou mais fases baseando-se em aspectos como: densidade; granulometria dos componentes, agitação.

Alguns alunos consideram que a dissolução sempre vem acompanhada por uma transformação química, fundamentalmente do soluto, não admitindo que possa permanecer sua natureza.<sup>2</sup>

### 5- Conhecimentos prévios

Na atividade proposta, existem alguns conhecimentos pré-requisitos para o acompanhamento da aula. Espera-se que os alunos tenham como conhecimentos prévios os conceitos de densidade, forças intermoleculares e polaridade das moléculas.

### 6- Planejamento geral da aula

Objetivos	Momentos Previstos	Tempo estimado
Apresentação e introdução do tema da aula	Organização da sala	7 minutos
Identificação das evidências e discussão dos fatos observados	Realização e discussão dos experimentos	14 minutos
Compreensão do fato de como as interações influenciam a solubilidade das substâncias	Proposta de mapeamento da analogia	15 minutos
Sistematização de conceitos a partir da analogia e apresentação das limitações	Fechamento	15 minutos

### 7- Detalhamento de cada momento

- Organização da sala, seguida da apresentação e introdução do tema soluções.

Neste momento, os alunos serão divididos em 5 grupos para a realização do experimento. Espera-se que o trabalho em grupo desenvolva a capacidade de argumentação dos alunos.

- Realização dos experimentos seguida de uma breve discussão dos fatos observados.

Neste segundo momento será realizado o experimento 1, seguido de alguns questionamentos direcionados aos grupos. Através das seguintes perguntas esperamos sondar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o domínio alvo.

O que acontece ao adicionarmos o óleo na água? Por quê vocês acham que isso acontece?

- E se nós substituíssemos o óleo pelo sal, ao adicioná-lo em água o que vocês acham que poderia acontecer? E por quê?

#### Realização do 1º Experimento:

Numerar os copos com os números 1 e 2 para que os alunos façam a diferenciação dos sistemas e realizar os seguintes procedimentos:

- **Sistema 1:** verter 50mL de óleo de cozinha em um copo contendo água e discutir o que foi observado.

- **Sistema 2:** em outro copo contendo água adicionar uma colher de sal, agitar e discutir o que foi observado.

Em um outro momento será realizado o experimento 2. Serão feitas algumas perguntas para sondar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o domínio análogo.

- O que vocês acham que irá acontecer se nós colocarmos o ímã em contato com a areia? Por quê?
- E se a areia for substituída por limalhas de ferro? O que vocês acham que irá acontecer?

#### Realização do 2º Experimento:

Serão realizados os seguintes procedimentos:

- **Sistema 3:** Colocar alguns pedacinhos de ímãs em um pote, contendo areia, fechar o vidro, chacoalhar e anotar o que foi observado.
- **Sistema 4:** Colocar alguns pedacinhos de ímãs em um pote, contendo areia e em seguida adicionar limalhas de ferro, fechar o vidro, chacoalhar e anotar o que foi observado.

Após o experimento será discutida a atração entre os pedaços de ímã, com base na explicação abaixo:

Nota-se que os pedacinhos de ímã, ao se encontrarem, grudam uns aos outros devido à forte atração entre os seus polos opostos. Ao fim do chacoalho teremos um grumo de pedacinhos de ímã separados da areia. A atração entre os pedaços de ímã é mais forte do que a capacidade da areia de entrar entre os pedaços do ímã.

Após a realização dos experimentos, os alunos irão registrar o que observaram. E em seguida, será proposta a pergunta abaixo para auxiliá-los na elaboração do mapeamento da analogia.

- Agora, se vocês tivessem que comparar um dos sistemas do experimento 1, com um dos sistemas do experimento 2 que nós discutimos anteriormente, quais vocês comparariam e por quê?

Neste momento, espera-se que os alunos consigam relacionar o sistema 3 (ímã + areia) com o sistema 1 (água + óleo). E da mesma forma, o sistema 4 (ímã + limalha de ferro) com o sistema 2 (água + sal).

- O que vocês observaram quando nós adicionamos o óleo na água?
- E o que aconteceu quando colocamos o ímã no pote com a areia?
- O que vocês observaram quando nós adicionamos o sal na água?
- E o que aconteceu quando colocamos a limalha de ferro em contato com o ímã?

Se tivermos uma substância com atração intermolecular muito forte, como a água, e adicionarmos a ela uma substância com atração intermolecular bem menor, em que suas partículas interagem fracamente umas com as outras, como o óleo de cozinha, as partículas de água irão interagir fortemente entre si e não irão interagir com as partículas do óleo. É mais ou menos como se quiséssemos misturar areia com pedacinhos de ímã. A atração entre os pedaços de ímã é mais forte do que a capacidade da areia atrair e ser atraída pelos pedaços do ímã. Se for o etanol no lugar do óleo, haverá uma mudança no processo, pois o etanol possui força de atração intermolecular próxima à força de

atração intermolecular da água, daí elas se atraem mais intensamente do que as de água com água e etanol com etanol.<sup>3</sup>

**- Realização do mapeamento da analogia:**

Será fornecido o seguinte quadro aos alunos para que eles possam elaborar o mapeamento (correspondências entre as similaridades) da analogia.

Sistema _____		Sistema _____
	↔	
	↔	

Neste momento, espera-se que os alunos elaborem relações semelhantes à estas.

Análogo (Sistema contendo ímã e areia)		Alvo (Sistema contendo óleo e água)
A areia não interage com o ímã	↔	As partículas de óleo não interagem com as partículas de água
As interações entre as partículas de ímã são mais fortes que as interações entre a areia e o ímã	↔	As interações entre as partículas de água são mais fortes que as interações entre as partículas de água e de óleo

Análogo (Sistema contendo ímã e limalhas de ferro)	Mapeamento	Alvo (Sistema contendo sal e água)
O ímã interage fortemente com as limalhas de ferro	↔	As partículas de água interagem fortemente com as partículas de sal

**8- Fechamento:** Limitações das analogias a serem trabalhadas

Iniciaremos a discussão das limitações das analogias (aspectos que não devem ser comparados) com a seguinte questão:

- O que vocês acham que irá acontecer se nós adicionarmos sal, água e óleo em um mesmo copo?

O experimento demonstrativo era composto por duas substâncias (areia e pedaços de ímã) e (água e óleo), no entanto, podem existir sistemas compostos por mais de duas substâncias e ainda assim apresentarem duas fases, como acontece com o sistema formado por água, sal e óleo.

A limalha e o ímã ao serem atraídos irão se aproximar estabelecendo um contato físico, enquanto que as partículas do sal e da água estabelecem interações à distância. (Para um melhor entendimento, nessa parte, será feito um modelo no quadro para explicar a interação dos íons com as moléculas de água).

As interações entre as partículas dos ímãs com a limalha de ferro se dão através de atrações magnéticas, enquanto as interações entre as partículas do sal com a água envolvem atrações eletrostáticas, com diferenças de cargas.

## 9- Eventos futuros

Nas próximas aulas, serão trabalhados com os alunos a nível submicroscópico as interações que ocorrem entre os sistemas analisados (1 e 2). Trabalhar uma breve revisão dos tipos de interações, os conceitos de solução, dissolução e suas classificações.<sup>4</sup>

## 10- Referências:

1. MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H. Química manual do professor. v. 2. Ensino Médio. 2ª ed São Paulo: Scipione, 2013.
2. MOREIRA, C. I. F. *Recursos digitais para o ensino sobre solubilidade*. (Dissertação de Mestrado), Universidade do Porto, Porto, 2006. p. 42-46.
3. Waldman, W. R. Interações intermoleculares e suas relações com solubilidade. Fonte disponível: [http://web.ccead.pucrio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_interacoes\\_intermoleculares.pdf](http://web.ccead.pucrio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_interacoes_intermoleculares.pdf)
4. CASTRO, E. N. F, SANTOS, S. M. O, FRANÇA, S. M, SILVA, G. S, MATSUNAGA, R. T, FARIAS, S. B. Química Cidadã Volume 1 - **Materiais, Substâncias, Constituintes, Química Ambiental e Suas implicações Sociais**. Editora Nova Geração, 2012.

## 11- Anexos

### Roteiro da aula que será entregue aos alunos:

Disciplina: Química

Aluno(a): \_\_\_\_\_

Turma:

### Tema da aula: Soluções

1º Experimento:

- **Sistema 1:** Verter 50mL de óleo de cozinha em um copo contendo água e anotar o que foi observado.
- **Sistema 2:** Em outro copo contendo água adicionar uma colher de sal e anotar o que foi observado.

---



---



---



---

2º Experimento:

- **Sistema 3:** Colocar alguns pedacinhos de ímãs em um pote, contendo areia, fechar o vidro, chacoalhar e anotar o que foi observado.
- **Sistema 4:** Colocar alguns pedacinhos de ímãs em um pote, contendo areia, em seguida adicionar limalhas de ferro, fechar o vidro, chacoalhar e anotar o que foi observado.

---



---



---



---

**Discussão:**

Se vocês tivessem que comparar um dos sistemas do experimento 1, com um dos sistemas do experimento 2. Quais vocês comparariam e por quê?

Sistema _____		Sistema _____
	↔	
	↔	

Sistema _____		Sistema _____
	↔	
	↔	

## **ANEXO 7 – PROTOCOLO DE ENTREVISTA SOBRE MODELAGEM ANALÓGICA**

### **Entrevista sobre Modelagem Analógica**

1. Como vocês veem o processo de elaboração, crítica e reformulação de analogias vivenciado na disciplina Prática de Ensino de Química?
  - a. Qual os papéis que as analogias desempenharam nesse processo de modelagem?
2. A vivência deste processo influenciou de alguma maneira sua compreensão sobre analogias?
3. A vivência deste processo influenciou de alguma maneira sua compreensão sobre o uso de analogias no ensino de ciências?
4. Faça uma análise de sua participação no processo de formação sobre analogias que aconteceu ao longo da disciplina de Prática de Ensino I, considerando os aspectos que julgar relevantes.